QB
581
.F28
c.1
Sci

Digitized by Google

523.30

The University of Chicago Libraries

GIFT OF

Digitized by Google

Was wir vom Monde wissen.

Digitized by Google

Einzeldarstellungen aus den Naturwissenschaften

Herausgegeben von

Hermann Hillger.

I.

Was wir vom Monde wissen

von Ph. Fauth.

II.

Fauna und Flora des Meeres

von Dr. Fr. Knauer.

Demnächst schließt sich an:

III.

Himmelsräume und Erdatmosphäre

von Professor Dr. Wilh. Foerster.

Die Sammlung wird fortgesetzt.

Jeder Band broschiert M. 1.50, gebunden M. 2.—

Was wir vom Monde wissen

Entwickelung und heutiger Stand der Monderforschung.

Ein Rückblick nach 20 Jahren selenographischer Arbeit zur Klärung neuerer Probleme

von

Phil. Fauth

Besitzer eines Planetographischen Observatoriums

Mit 65 Abbildungen

Berlin und Leipzig
Hermann Hillger Verlag
1906

QB581
.T25

Alle Rechte,
auch das der Übersetzung in fremde Sprachen vorbehalten.

Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig-R.

396652

3115

Seinen lieben Eltern

in Dankbarkeit für allezeit opferfreudiges Vertrauen
gewidmet

vom

Verfasser

87921

Inhalt.

Seite

Vorwort 7

I. Geschichtlicher Überblick. — 1. Vorerinnerung. — Absicht und Ziele der Mondforschung. — 2. Veranstaltungen diesbezüglich. — Resultate. — Deutungsversuche. — 3. Die Photographie und ihre Leistungen. — 4. Okularbeobachtungen seit 25 Jahren. — 5. Gewinnung von Maßwerten 11

II. Augenschein und Wirklichkeit. — 1. Anblick des Mondes im Fernrohre. — Scheinbare Gestaltung seiner Oberfläche. — 2. Wahre Ausprägung der Mondplastik. — Verteilung der Ringformen. — 3. Eindruck aus der Beobachtung der Formen. — Benennung und Klassifikation 45

III. Licht und Farben. — 1. Die Ebenen der Mondoberfläche. — 2. Helligkeitsabstufungen und Farben. — 3. Die Lichtstreifen. — Deutungsversuche. — 4. Die Umfangslinie des Mondes. — 5. Variationen der Erleuchtung allmonatlich 64

IV. Die Ringgebirge. — 1. Allgemeine Züge. — 2. Wallebenen und Bergringe. — 3. Ringebenen und Reste derselben. — 4. Mehrfache und abnorme Bildungen. — 5. Zahl der Ringformen. — 6. Beschreibung einiger Wallformen. — 7. Dunkle Flecke auf dem Mondboden 84

V. Die übrigen Erhebungen und die Rillen. — 1. Massengebirge. — 2. Plateauflächen und Einzelberge. — 3. Die Rillen des Mondes 108

VI. Vom Erreichbaren zu den Schlußfolgerungen. — 1. Luft und Wasser auf dem Monde. — Selenologische Ausblicke. — 2. Die Frage nach „Veränderungen". — 3. Organisches Leben auf dem Monde 120

Anmerkungen 145

Literaturnachweise 159

Vorwort.

Wir besitzen keine zeitgemäß bearbeitete Mondkunde. Wenn auch die Arbeiten der letzten zwei Jahrzehnte nicht gering an Zahl und, selbst wenn man von den imponierenden Errungenschaften absieht, welche sich an die Anwendung der teleskopischen Photographie knüpfen, nichts weniger als gering an Qualität sind, so drang nach Lage der eigenartigen Verhältnisse, unter welchen das Gebäude der „Selenographie" nur langsam aufwärts strebt, doch recht wenig an die Öffentlichkeit. Außer meinem „Atlas von 25 topographischen Spezialkarten" nebst der Textbeigabe „Neue Beiträge zur Begründung einer modernen Selenographie und Selenologie," welche 1895 als zweite Publikation meines bescheidenen Privatobservatoriums bei J. A. Barth in Leipzig erschienen ist, und außer dem 1. Bande eines „Mond-Atlas", den 1898 J. N. Krieger in Triest herausgab, ist leider nichts derartiges mehr erschienen. Meine Karten sollten in erster Linie zeigen, wie die Topographie zu pflegen und zu vervollständigen wäre; nebenbei wurde ein wesentlich erweitertes und genaueres Bild gewonnen, als es die vorhandenen Karten boten. Krieger ging darauf aus, durch Benützung bequemer photographischer Vergrößerungen in Ausführung von eingehenden Durchmusterungen eine größere Zahl von „Kratern und Rillen" ausfindig zu machen; er ist inzwischen verstorben. Seitdem habe ich allein, leider vielleicht allein unter sämtlichen Fernrohrbesitzern der Erde, die Topographie des Mondes im großen Maßstabe weitergeführt und in Anwendung von einesteils sehr guten Instrumenten — Objektive von Dr. M. Pauly in Jena — andernteils unter guten

äußeren Umständen — das Observatorium besitzt eine 135 m betragende Höhenlage — eine Vertiefung in die intimen Züge des Mondantlitzes erreichen können, welche bisher offenkundlich noch von keinem anderen Auge geschaut worden ist und welche ich selbst am Anfange meines Unternehmens nicht annähernd erwartet habe. Besonders sei an dieser Stelle der Liberalität des „Zeißwerkes“ dankend gedacht, welches mir von 1896—1903 durch gütige Vermittlung des Herrn Dr. Pauly ein modernes Objektiv von 176 mm Öffnung zur Benützung überließ. Diesem herrlichen Kunstwerke verdanke ich sowohl die Auffindung von einigen Tausend ganz winziger Objekte, als auch eine unschätzbare Übung im Feinsehen und eine sehr wertvolle Erfahrung in der Beurteilung der Mondformen. Mein eigenes Objektiv mißt nur 163 mm im Durchmesser; wenn ich es auch im Laufe einer jetzt 17jährigen Benutzung so lieb gewonnen habe, als man ein derartiges Kunstwerk nur lieb gewinnen kann, nachdem es mir eine Unzahl geistiger Genüsse von unsagbarer Tiefe und der Wissenschaft eine Menge Tatsachenmaterial vermittelt hat, so muß ich es dennoch beklagen, daß ich nicht in der glücklichen Lage bin, wenigstens hier und da einmal kräftigere Hilfsmittel zu benützen. Nicht als ob ich dem Besitze eines Riesenrohres zustrebte! Ich habe häufig die Erfahrung machen müssen, daß ich wesentlich weiter kam, als Beobachter an großen Instrumenten. Aber da ich bis an die Grenze des Menschenmöglichen gegangen bin und mein Apparat mir an den einmal bearbeiteten Örtlichkeiten sozusagen kaum mehr etwas Neues vermitteln kann, so wäre es mir unter besseren Umständen möglich, gewisse bis jetzt nur geahnte, für die Entwickelung der Selenologie und darum auch für eine Reihe kosmologischer Betrachtungen hochwichtige Erscheinungsformen festzustellen. Es wäre das nur indirekt mein persönliches Verdienst, denn ich erfreue mich eines Auges, dessen physiologischer Bau in wunderbarer Weise solchen Arbeiten zustatten kommt und dessen freilich durch tausendfachen Gebrauch geschulte Fähigkeit, die denkbar kleinsten Dinge zu erkennen, fortwährende Steigerung erfahren hat. Fände sich also ein deutscher Mäcen, welcher mir, wenn es auch nur

leihweise wäre, ein Objektiv von 23—25 cm Öffnung zum Arbeiten überließe, so wollte ich mir getrauen, von gewissen Gegenden, deren Untersuchung selenologisch wie kosmologisch äußerst wichtig wäre, Karten zu liefern, welche den Maßstab unserer großen Generalstabskarten erreichen würden.

Als die Einladung an mich erging, eine Entwickelungsgeschichte der Mondforschung zu schreiben, war es mir Ehrenpflicht, derselben Folge zu leisten. Nur wer am eigenen Leibe spürt, wo es dem zu behandelnden Gegenstande fehlt, vermag hier etwas zu bieten, was über den engen Kreis der Materie hinaus weist in die Zukunft und rückwärts in eine Vergangenheit, welche von einer objektiven Kritik durchleuchtet werden konnte. An historischen Exkursen auf unserem eng begrenzten Felde fehlt es nicht. Sie sind in jedem speziellen Mondwerke zu finden und bieten teils eine Fülle rein historischen Materials, teils lassen sie uns einen heimlichen Blick werfen in die bescheidenen Werkstätten des Selenographentums und in deren oft noch bescheideneres Inventar. Aber eine kritische Würdigung des Errungenen, eine auf Autopsie gegründete und von langjähriger Erfahrung unterstützte Inangriffnahme der Mondprobleme gibt es nicht. Vielleicht entstanden zu keiner Zeit mehr Hypothesen, welche die Mondrätsel lösen wollten, als in den letzten Jahren; wir sind aber um keinen Schritt in unseren Erkenntnissen weiter gekommen, denn die Theoretiker der Selenologie waren alles — nur keine Praktiker in der Selenographie. Es darf aber ausgesprochen werden, daß ein Nichtkenner des wahren Mondes, der etwa nur Bilder interpretiert, so wenig den Mond kennen lernt, als jemand den Geschmack einer Fruchtart kennen lernen kann an gemalten Früchten. Gerade über diesen Punkt hat sich schon unser größter Selenograph, J. Schmidt, sehr scharf und bestimmt ausgesprochen in einer Weise, die heute noch sehr beherzigenswert ist. Ebenso kann man zuversichtlich behaupten, die Zeiten seien vorbei, in denen man nur literarische Tätigkeit zu entwickeln brauchte, um als Spezialist zu imponieren. Heute gilt es Taten zu vollbringen, kritische Lichtstrahlen in das Vorhandene

zu senden und den Weg zu zeigen, auf welchem das hier beredete Feld mit Aussichten auf neuartige Erfolge bebaut werden muß. Wolle der geduldige Leser, welcher sich durch diese fremdartige Materie hindurcharbeitet, aus den beigegebenen Bildern und Karten entnehmen, ein wie langwieriger Weg zurückgelegt werden mußte, um einige Klarheit über den Zustand gewisser Mondformen zu gewinnen und zu welcher weitgehenden Detaillierung wir durch Beharrlichkeit gekommen sind! Ich glaube auch zum ersten Male in einem vorläufig genügenden, aber an anderen Orten — z. B. in den „Astronomischen Nachrichten", den „Mitteilungen der Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik", der „Astronomischen Rundschau" und der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift" — ausführlicher im einzelnen gegebenen Maße die kritische Sonde an eine Reihe peinlicher Fragen gelegt zu haben, so daß Wort und Bild sich ergänzen, um über das Problem der sogenannten „Veränderungen" auf unserem Nachbarplaneten auch bei dem Nichteingeweihten klare Vorstellungen zu erwecken. In den aus eigenen Aufnahmen bearbeiteten, leider im Maßstabe stark reduzierten Spezialkärtchen mag ungefähr die Grenze der Leistungsfähigkeit mit meinen Mitteln erkannt werden; und die Besprechung der allerneuesten Bemühungen enthält auch die Winke über die in nächster Zukunft vordringlichen Untersuchungen zum Verständnis der Materie, welche die äußere Schale unseres Trabanten bildet. Ein widriges Schicksal hat verhindert, daß das anbrechende Jahrhundert die neue Mondkarte empfing, welche ich ihm sechs Jahre zuvor zugedacht hatte; möge es mit den künftigen Fortschritten besser bestellt sein! Sie vorzubereiten und in die ersprießliche Richtung zu lenken, sei ein Hauptzweck dieses Werkchens.

Landstuhl, im März 1906.

Ph. Fauth.

I. Geschichtlicher Überblick.

Eine gemeinverständlich geschriebene Mondkunde könnte dem Leserkreise dieser Schrift vielleicht nicht als vordringliche Aufgabe erscheinen; man könnte glauben, andere Teile der Astronomie lägen dem Interesse weiterer Kreise näher. Wer aber unsere Darlegungen bis zu Ende gelesen hat, der wird zu seiner Genugtuung erkennen, daß gerade unser Mond mit der Preisgabe seiner eigenen Rätsel und durch die Eröffnungen über seine besondere Gestaltung einen klareren und weit hinausdringenden Ausblick eröffnet, über die Naturgeschichte unserer engeren Welt, des Sonnensystems, wie über den Grundgedanken des Schöpfungsplanes der sichtbaren Welt überhaupt. Schon die Nähe unseres Erdbegleiters, welche in seiner großen Scheibe einen sprechenden Ausdruck findet, wäre ein auf richtiges Denken gegründeter Anlaß, sich mit ihm zuerst zu beschäftigen, wenn man den Weg vom heimatlichen Boden der Erde ins Ungewisse der weitentfernten fremden Weltgebiete zurücklegen will. Jedes Kind kennt ja die wechselnden Gestalten Lunas aus eigener Anschauung, jedem Unmündigen fällt der Vorteil des Mondscheines für die dunkle Hälfte des Tages auf, und wie vielfältig erst wird sein Lob aus Dichtermund vernommen! Freilich werden in diesen Fällen andere Empfindungen in der Menschenseele ausgelöst, als diejenigen, zu denen unsere folgende Betrachtung Anlaß gibt; aber ist es nicht auch von hohem Reize für ein Gemüt, welches großartigen Eindrücken und tiefen Regungen zugänglich ist, ist es nicht sogar aufregend, wie nur irgend ein Werk, das des Dichters Phantasie vor unser Auge zaubert, wenn wir uns aus dem Kreise verwandter Wesen, bekannter Verhältnisse und gewohnt gewordener

Lebensbedingungen hinausgeleitet finden in Regionen der Schöpfung von ganz anderer Art und anderen Proportionen der Materie und der Kräfte — kurz so recht in die Eigenart einer fremden Welt hinein? Der geheimnisvolle Zauber des Neuen hat von jeher den Menschen angezogen; wenn schon die auf weniger gewichtige Dinge gerichtete Neugierde zu den entschuldbaren Schwächen des Menschen gezählt werden darf, so ist sicher das zur Wißbegierde veredelte Bestreben, das Größte jenseits der Grenzen der irdischen Heimat verstehend zu umfassen, keiner Entschuldigung benötigt. Was das brennende Verlangen einer rastlosen Forscherbegierde sich kaum zu träumen wagt, was die freieste Phantasie eines Erdgeborenen und am Staube klebenden menschlichen Schöpfers nur erdichten kann, das bietet schon der nächste Nachbar im Weltall dem erstaunten Blicke auf ganz besondere Weise dar. Den Reichtum der aus dem kleinen Schritte in den tiefen Weltraum hinaus erwachsenden ersten Gabe ahnen zu lassen und das Verlangen zu wecken nach weiterer und breiterer Grundlage einer Erkenntnis des Ganzen der sichtbaren Schöpfung und eines Verständnisses unserer Stellung gegenüber der materiellen Welt, das sei Zweck dieser Schrift.

Die Bemühungen zur Erforschung der Natur des Erdmondes machen nur einen kleinen Teil der Himmelskunde, der Astronomie, aus. Diese Wissenschaft arbeitet zunächst nicht mit der Absicht, ihre Resultate den alltäglichen Bedürfnissen des menschlichen Lebens unmittelbar nutzbar zu machen, wenngleich heutzutage auch eine Reihe wichtiger Arbeiten nur diesem Zwecke dienen und die Veranstaltungen dazu nur von solcher Rücksicht geleitet werden, z. B. von der Rücksicht auf die Bedürfnisse der Zeitregulierung und des Seewesens. Im Grunde genommen dient die Wissenschaft vom Stofflichen und von den Kräfteentfaltungen im Weltraume fast allein der Befriedigung geistiger Anforderungen und die Forschung ist für sich selbst Zweck und Ziel. Wie sie ihren Grund darin hat, daß man sich suchend betätigen muß, um wertgeschätzte Kenntnisse zu erringen, so liegt in der Ausübung

dieser Art Tätigkeit selbst ein durch die Eigenart des Arbeitsfeldes gesteigerter und durch die Qualität als rein geistiger Leistung geadelter Reiz, ein edler Hochgenuß, welchen Lessing treffend kennzeichnete, als er dies Forschen nach Wahrheit dem vollendeten Wissen vorzog. Der menschliche Geist empfindet es aber als Bedürfnis, die ihm verliehenen Kräfte auch über den Kreis des Notwendigen hinaus spielen zu lassen in das Gebiet des Wahren und Schönen; daher die Erforschung der zugänglichen Gebiete der umgebenden Welt als Prinzip der Wissenschaft und ebendaher ihre unbedingte Berechtigung. Gerade die Seite der Mondforschung, welche wir betrachten wollen, ist zunächst bar aller sogenannten praktischen Verwertung für das Menschengeschlecht, wenn auch nicht für das Menschentum an sich. Man mache sich hiernach ein Bild von der Selbstverleugnung derer, die einem scheinbar zwecklosen, unrentablen Beginnen ihre Zeit und Kraft widmeten![1])

Wer immer mit den Hilfsmitteln, welche ihm jeweils sein Zeitalter geboten hat, den geschärften Blick zu der glänzenden Mondscheibe gerichtet hat, wollte zunächst die Eigenart und Beschaffenheit des Weltkörpers kennen lernen, etwa so, wie der Botaniker eine ihm neue ausländische Pflanze betrachtet und untersucht. Auch die bloße Kenntnis des Gegenstandes, das Wissen allein, hat einen starken Reiz und gibt eine manchmal weitgehende Befriedigung; aber wenn der Drang zur statistischen Seite des Wissens erfüllt ist, tritt zu der Frage nach dem Wie? die andere nach dem tieferen Was? und schließlich die tiefste nach dem Warum? hinzu. Der erkannte Zustand fordert die Ergründung des Wesens der Dinge und ihrer Bildungs- (Schöpfungs-) Geschichte heraus.

So konnte es nicht ausbleiben, daß die tote Zeichnung des Mondkörpers gleich einer unbekannten Schrift zur Entzifferung anregte, indem zunächst die Erde und die geologischen Schriftzüge in ihrer Oberflächengestaltung zum Vergleiche herangezogen und fragend, zweifelnd, bestätigend untersucht wurden. So entstanden

[1]) Diese und die folgenden Zahlen bedeuten die Anmerkungen am Schlusse des Buches.

aus der vollbrachten Arbeit des Untersuchens der Oberfläche Denkprozesse, in welchen die Ähnlichkeiten und Besonderheiten von Erde und Mond Anlaß wurden, die Natur des letzteren näher zu bestimmen. Schließlich steigerten sich mit der Leistungsfähigkeit der mechanischen und optischen Hilfen[2]) bei der Prüfung des Gegenstandes auch die Forderungen, so daß der Forscher auch in die Geheimnisse etwa noch vorhandenen Lebens und der Tätigkeit der wirkenden Kräfte einzudringen versuchte: man spürte wahrnehmbaren Veränderungen nach, welche den erdfernen Mond wenigstens dem Geiste des rastlosen Menschen näher bringen sollten. Immer aber suchte man in philosophischer Betrachtung die Resultate, die der einzige dem Blicke wirklich „zugängliche" Weltkörper bot, mit den Erfahrungen auf der Erde zu einem Gesamtbilde zu vereinigen, das im letzten Grunde womöglich den Schlüssel bilden konnte zu einer materiellen Vorstellung der Schöpfung unseres Sonnensystems. So sehen wir also die Mondforscher an der Arbeit, angetrieben von einem Wissensdurst, der nicht fragt, welchen Nutzen der Erfolg bringen werde, und sehen sie untersuchen, wie eigentlich die Mondwelt sich dem Auge darstellt, was Einzigartiges darin zu finden ist, ob und wie die Lapidarschrift seiner Züge sich verändert, wie ihre Hieroglyphen zu deuten sind und welche Wegweiser von hier aus fortweisen in das unbegrenzte Gebiet der Erkenntnis des Wesens der ganzen sichtbaren Außenwelt.

2. So sehr die Sonne unser Auge durch ihren blendenden Glanz abstößt, so leicht zieht selbst die volle Gestalt des Mondes den Blick auf sich[3]). Das mildere Licht seiner Scheibe ließ auch den stumpfsinnigen Naturmenschen allerlei Flecken erkennen, die sich bei der geringsten Aufmerksamkeit als immer gleichbleibend erwiesen. Sie verlockten den phantasiereichen Menschen zu Deutungen, die zumteil aus dem Bereiche seiner die Götter ehrenden Vorstellungen, zumteil aus den Erfahrungen und Erinnerungen des täglichen Lebens entnommen waren. Wie die Griechen ganze Göttergeschichten in die entsprechend benannten Sterngruppen des Himmels hineinverpflanzten, so entdeckte die leicht gestaltende

Vorstellungskraft alter Völker die Umrisse eines Hasen in dem Vollmonde, so daß die Sanskritsprache ihn geradezu „Hasenträger" nennt; das „Gesicht" oder der „Mann" oder die Deutung „eines Mannes und einer Frau", in neuester Zeit sogar die scherzhafte, aber sehr treffende Auslegung als des „Kusses" im Monde[4]) sind bekannte Beweise für den Wunsch, das Unnennbare mit einem irgendwie treffenden Ausdrucke zu belegen. Eine über den naiven oder dichterischen Standpunkt dieser Auf-

Fig. 1.
Der „Kuß im Monde" als Phantasiebild.

Fig. 2.
Vollmondphotographie zum Vergleich.

fassungen hinausgehende Erklärung, eine physikalische, leisteten sich aber schon die alten Griechen (Klearchos?), wenn sie der Vorstellung Raum gaben, der Mond könne etwa nach Art eines Hohlspiegels das Bild unserer eigenen Erde wiedergeben. Diese Ansicht stammt wohl aus Persien. Schon Anaxagoras sah den Mond als eine Art Erde mit Höhen und Tiefen an, und mußte wegen seiner selbständigen Weltanschauungen in die Verbannung gehen. Plutarch vergleicht aber schon ganz sachlich, auf der schon dem bloßen Auge erkennbaren Unregelmäßigkeit der Lichtgrenze des ersten Viertels fußend, die Schattenwirkung hoher Mondberge mit dem Schatten des Athos, der bis zur Insel Lemnos reichen konnte. So konnten aus der Stetigkeit der Zeichnung

Digitized by Google

und seinen Besonderheiten grundsätzlich richtige Vorstellungen von der Oberflächengestaltung unseres Begleiters gewonnen

Fig. 3. Apenninengebirg und Wallebene Archimedes.
(Aus A. Mang u. Ph. Fauth: „Quadrantenfernrohr und Wegweiser am Himmel.“ 1905.)

werden, zu denen eine zutreffende Erklärung der Mondgestalten hinzutrat, so daß man von einem kugeligen Körper reden durfte, dessen Außenfläche mit gebirgsähnlichen Rauhheiten besetzt sei. Weitere Erkenntnisse blieben aber sowohl den Griechen, als den

orientalischen Völkern verschlossen, und die Römer hatten hier nichts hinzuzufügen.

Erst die glückliche Erfindung des wunderbaren Werkzeuges, welches ferne Gegenstände gleichsam in deutlichere Nähe heranzog, des Fernrohres[5]) (1608) brachte einen Fortschritt. Man kann sich denken, daß nach Befriedigung der Neugierde an irdischen Dingen vielleicht gerade der Mond das erste Objekt am Himmel war, welches der glückliche Erfinder aufs Korn nahm; aber erst der universelle Geist eines Galilei konnte dem Erschauten Sinn und Namen geben. Daß er nur eine unvollkommene Abbildung der neuen Welt überlieferte, rührt wohl daher, daß sich ihm gleich das ganze Feld der himmlischen Betrachtungen eröffnete und der von Entdeckungen überraschte Beobachter nicht Muße zum Eingehen auf das einzelne fand. Die Verbesserung des Fernrohrs durch Kepler bestätigte Galileis kreisförmige Mondberge, über deren Häufigkeit und Bau sich Kepler verwundert äußert. Der Danziger Bürgermeister Hevelius hinterließ eine Reihe Bilder der Mondphasen, die er mit einem Fernrohre von 40maliger Vergrößerung gewonnen hatte; auch Ansichten des Vollmondes, wie eine schon Fontana (1630) geliefert hatte, besitzen wir von ihm (1645). Ebenso ist eine große Übersichtskarte von Langrenus (1645) bekannt und eine von Grimaldi (1665), welche Riccoli herausgegeben hat[6]). Weil aber die Unvollkommenheit der Sehinstrumente die vergrößerten Mondbilder nur unklar durchforschen ließ, kam man in jener Periode über den Vergleich mit blasenreichem Käse oder Bimstein nicht hinaus. Somit hing der Fortschritt von der Verbesserung der Fernrohre ab. Diese bestand zunächst darin, daß Linsen mit oft ungeheuer langer Brennweite geschliffen wurden, welche erfahrungsgemäß klarere und von Farbensäumen um helle Objekte weniger verdorbene Bilder erzeugten. Die Wirkung solcher Hilfsmittel kann man heute bequem mittels eines Brillenglases von 4 Meter Brennweite (50 Pfennige kostend) kennen lernen; eine derartige flache Linse gibt allein schon ein Brennpunktbild des Mondes von etwa 37 Millimetern Größe.

Mittels derart verbesserter Instrumente sind denn auch Ar-

Digitized by Google

beiten von Rob. Hook und Dom. Cassini entstanden; letzterer veröffentlichte 1680 eine Mondkarte von zirka 50 cm Durchmesser. Aber schon ihr Zeitgenosse J. Newton suchte die Unbequemlichkeit der überlangen damaligen Sehrohre durch Verwendung von bilderzeugenden Hohlspiegeln zu umgehen, und in der Tat leisteten die gegen Ende des 18. Jahrhunderts in immer größeren Maßen erzeugten Metallspiegel so viel, daß man fast die Linsenfernrohre vergaß.[7]) Es mußte ein weiterer Fortschritt in der Erzeugung von Glasobjektiven kommen, und er wurde von dem Mathematiker Euler 1747 mit dem Nachweise angebahnt, daß und auf welche Art man die störenden Farbensäume der Linsenbilder müsse vermeiden können. Tatsächlich stellte auch der Optiker Dollond 1758 das erste „achromatische“ Fernrohr durch Kombination zweier Hauptlinsen her. Da seine Resultate aber vom Probieren vieler Kombinationen abhingen, so waren auch diese „Achromate“ noch weit von der Vollkommenheit entfernt. Trotzdem bildeten sie eine erfolgreiche Konkurrenz für die vielen und in ihrer Art guten „Reflektoren“ aus Herschels Hand, und während man sich in England hauptsächlich mit diesen durch ihr Gewicht beschwerlichen Apparaten mühte, verwendete man in Deutschland schon vielfach neben denselben Dollondsche Achromate, die zwar von bescheidener Größe, aber bequemster Handhabung waren. Was Herschel mit seinen Spiegeln für die Fixsternastronomie in England bedeutet, ist für die Mondkunde der Oberamtmann Schroeter[8]) in Lilienthal bei Bremen in Deutschland. Er hat eine Reihe interessanter Beobachtungen gewonnen; wäre sein zeichnerisches Geschick einigermaßen seiner hohen Beobachtungskunst ähnlich gewesen, so hätten seine Darstellungen noch heute höheren Wert. So aber ließ er sich im Besitze großartiger optischer Mittel verleiten, den Zielen seiner Zeit vorzugreifen und, statt die Grundlagen einer der Leistung seiner Teleskope entsprechenden Mondkunde zu sichern und zu verbreitern, spürte er „Veränderungen“ nach auf eben dem Felde, dessen Bebauung noch zu erwarten war. Denn wenn auch der berühmte Astronom Tob. Mayer in Göttingen durch genaue Vermessung der Mondoberfläche in bescheidenem Umfange und durch nachmalige Darstellung des Mondes

auf einer Karte von 8 Zoll (19,5 cm groß in Schroeters Mondwerk, Band 1791, Tfl. V) 1775 ein Werk geliefert hatte, das bis 1824 die einzige genaue Karte blieb, so lassen sich Schroeters Einzelbilder doch nicht zu einer ähnlichen Karte vereinigen, weil er sich nach einem falschen Ziele hin zersplitterte. Aber auch im übrigen wurden die vorhandenen Mittel nicht gerade liebevoll für die Mondkunde ausgenützt. Außer dem umfassenden Genie eines Herschel wendete niemand die größten Hilfen auf den Mond an — und auch er tat es nur vorübergehend. Größere und lohnendere Aufgaben hatten sich am Fixsternhimmel aufgetan, und kein Astronom von Beruf kümmerte sich um das Nächstliegende.

Wiederum war der Fortschritt von einer Verbesserung der Instrumente abhängig geworden. Fraunhofers theoretische Einsicht in die Bedingungen der Entstehung farbloser Linsenbilder und seine Erfolge in der Glaserzeugungskunst vereinigten sich, um im werdenden 19. Jahrhunderte die Leistungen Dollonds weit zu überflügeln. Am 18. Dezember 1817 wurde das Glas geschmolzen zu einem „achromatischen Objektive“ von damals unerhörten Dimensionen — 25 cm Durchmesser und 4,3 m Brennweite —, so daß der nachmals in Dorpat aufgestellte „9-Zöller“, selbst noch zu Anfang seiner Tätigkeit, in England als ein Märchen betrachtet wurde. Wenn aber nun auch „Riesenrefraktore“ von 28 bis 50 cm Öffnung folgten — und heute ist man über einen Meter gegangen! —, so kam der arme Mond trotzdem schlecht weg, denn er blieb ein Feld, das für begüterte Liebhaberastronomen gut genug war. So sehen wir in Dresden den Geometer W. G. Lohrmann privatim so eifrig an der Arbeit, eine große Karte des Mondes[9]) auf Grund eigener zahlreicher Messungen und Zeichnungen zu entwerfen, daß 1824 vier Sektionen mit Text erscheinen konnten; 1837 geben Beer und Mädler[10]) ihrerseits eine ebenso große Karte nebst einer vollständigen „Selenographie“ in die Öffentlichkeit, deren Grundlage hauptsächlich durch Mädlers private Bemühung auf seines Freundes Beer bescheidener Privatsternwarte im Berliner Tiergarten gewonnen war; und nach ihnen finden wir eine Reihe von Leuten, die zu ihrem Vergnügen und zum Nutzen der Wissenschaft den Mond

untersuchen, wie Pastor Kinau, unterstützt durch Fraunhofers und seiner Nachfolger[11]) unvergleichliche Fernröhre. Die Scheidung in Berufs- und Liebhaberastronomen wird im 19. Jahrhunderte immer deutlicher, und den letzteren bleibt sozusagen nur das Betrachten, Zeichnen und Beschreiben, so daß die physikalischen Verhältnisse der Planeten im allgemeinen und ganz besonders des Mondes allein durch den Privatfleiß opferwilliger und geschickter Amateure erforscht werden.

Da eröffnet sich noch einmal in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein Ausblick auf neue und umfangreiche Bearbeitung unseres gering geachteten Trabanten: Ein junger Enthusiast, der, als er zum erstenmal ein armseliges Fernröhrchen an den Laternenpfahl gepreßt, um in die Wunder des Mondes einzudringen, so tief von dem Eindrucke ergriffen wird, daß ihn die Sorge um die Herbeischaffung von Erkenntnismaterial in seinem ganzen Leben nicht mehr verläßt, entwickelt sich zu einem „Selenographen", der Lohrmann und Mädler überflügelt und gegen Schluß seines Lebens (1878) auf Staatskosten eine Karte herausgibt vom doppelten Durchmesser, vierfachen Flächeninhalt und etwa siebenfachen Reichtum der Mädlerschen „Mappa selenographica" — freilich mit dem entsagenden Zugeständnisse, daß der Plan zu dieser Riesenkarte in seiner Vorstellung anders ausgeschaut habe als die Vollendung, und daß das Leben eines Menschen zur Bewältigung der Mappierung der Mondoberfläche in dem Umfange, welchen die optischen Mittel seiner Zeit erlauben würden, zu kurz sei.

So schien die höchste Leistung der Mondforschung in der „Charte der Gebirge des Mondes" von Jul. F. J. Schmidt[12]) vollbracht, als wiederum neuartige Umstände eintraten, die eine weitere Errungenschaft in nahe Aussicht stellten. Es handelt sich ja nicht bloß um die einmalige Gewinnung der Züge, welche gewisse Entstehungsursachen aus dem Antlitz unseres Mondes herausmodelliert haben, sondern ebenso nötig ist die gleichmäßige Aufarbeitung und Verbesserung des Materials durch viele Mitarbeiter. Die erfreulichen Leistungen der Optik lieferten beste Instrumente um billigeren Preis, und die Verbreitung natur-

Digitized by Google

wissenschaftlicher Bildung in den letzten Jahrzehnten spornte das Interesse an zu der Betrachtung und Durchmusterung des Himmels und der Planeten; dazu kam, daß eine Reihe in wertvollen Erfahrungen groß gewordener Beobachter mit Beispiel und Lehren eine Schule von Amateurbeobachtern erzogen, wozu geeignete Zeitschriften[13]) das Ihrige beitrugen, indem sie Neuigkeiten aus dem Himmelsraume berichteten, zum Forschen anleiteten und auch den Amateur selbst zu Worte kommen ließen. Da die Mondkunde nach Schmidt wiederum völlig auf private Pflege angewiesen war, so sind das alles Umstände, die auf die Errungenschaften, welche wir heute besitzen, einen wesentlichen Einfluß übten. In dieses Stadium der ruhigen Verbreiterung und Klärung hinein fallen Ereignisse, die tieferen Erkenntnissen zum größten Segen gereichen. In Kalifornien wird aus Privatmitteln der größte Refraktor der Welt aufgestellt und zur Photographie himmlischer Gegenstände, vornehmlich des Mondes verwendet. Eine Riesenzahl von Negativen aller möglichen Phasen desselben wird aufgestapelt und kommt auch in die Öffentlichkeit,[14]) die sich dadurch plötzlich aller Hoffnung hingibt, jetzt müsse das Rätsel des Sphinxgesichtes gelöst werden.

Natürlich hatte man seit genaueren Einblicken in die Topographie unseres Erdbegleiters nicht ermangelt, die gegebene Tatsache des eigenartigen Zustandes auch zu deuten. Die Ähnlichkeit der lunaren Gebilde mit Kraleröffnungen, wie sie unsere Vulkangipfel haben, war zu groß, als daß man die Dinge dort nicht hätte „Krater" nennen und als solche zu erklären versuchen sollen, zumal die fast kreisrunde Gestalt aller Gebilde eine solche Auslegung zu fordern schien. Schon Hooke machte das Experiment mit siedendem Alabaster, um zu beweisen, daß die Mondringgebirge durch heiße Dämpfe gebildet sein könnten, die aus seinem glühenden Inneren ausbrachen, Löcher bohrten und Wälle aufwarfen. Man weiß aber heute, daß die Kohäsion der Stoffe nicht ausreicht, um den Bestand und das bis zum Zerplatzen gesteigerte Dehnen von Blasen bis zu 100 und mehr Kilometer Größe möglich zu machen. Gegen die vulkanische Lehre vom Aufbau der lunaren Gebirgstypen wendete sich später sogar Kant, der

nichts von „Kratern“ wissen wollte, sondern irdische Länder, wie Böhmen oder Siebenbürgen als inbezug auf Entstehung den lunaren Ringen verwandt ansah. Er übersah aber, daß den Zehntausenden von Ringwällen nur einige wenige irdische Bildungen zur Seite gestellt werden können und somit der Mond durchaus eine eigenartige und andere Welt sein muß. Und weiter fußt Schroeter wieder ganz auf vulkanischen Anschauungen, wenn er nach „Veränderungen“ auslugt, auch solche von riesigem Umfange zu finden glaubt. Herschel spricht von einem Feuerausbruche auf der Nachtseite des Mondes, den er mit Augen verfolgt hat; und durch die Anwendung seiner „lichtstarken“ Spiegelteleskope kann ihm wirklich das matte Glimmen einer besonders reflexionsfähigen Stelle bei der verwendeten schwachen Vergrößerung als fixsternartiges Glänzen und Funkeln erschienen sein. Man hat auch nach und mit Herschel und Schroeter Seltsamkeiten mitgeteilt, weil man eben den Mond mit seinen intimen Vorgängen noch nicht einmal äußerlich so gut kannte, daß man allmonatlich wiederkehrende Zustände und Erscheinungen von etwa auftretenden Zufälligkeiten hätte zu trennen vermögen. Beer und Mädler als nüchterne Sammler von Tatsachen, drangen trotz kleiner optischer Mittel[15]) durch Beharrlichkeit tiefer in die Natur der Gestalten ein als ihre Vorgänger; und sie wissen nichts von „Veränderungen“[16]). Auch stellen sie in voller Erkenntnis des unreifen Zustandes der „Selenographie“ keine „Selenologie“ auf, zu der sie doch alle Berechtigung gehabt hätten. Schon Humboldt hatte gewußt, daß die Vulkantheorie für viele Örtlichkeiten nicht genügt; Lohrmann hat die Herausgabe seiner Karte, geschweige einer beschreibenden Darlegung nicht mehr ausführen können.

Das Sphinxgesicht des Mondes, seine mit Hieroglyphen bedeckte Oberfläche, blieb unenträtselt jahrzehntelang. Da kam auf die kühl ablehnende Haltung der Begründer der modernen Selenographie eine heiß empfundene und mit tiefer Überzeugung ausgearbeitete — neue Vulkantheorie! Zwei englische Forscher, Nasmyth und Carpenter,[17]), hatten sich mit größeren Spiegelteleskopen in die Wirrnisse der Runzeln unseres Mondes vertieft, fleißig gezeichnet und sehr fleißig modelliert und schließlich

die schönsten Züge des lunaren Reliefs in ein bereits im Geiste verarbeitetes Gipsrelief umgewandelt, das, von grellem Lichte bestrahlt, Bilder gab, die dem teleskopischen Aussehen der wirklichen Mondlandschaften täuschend ähnlich sehen — täuschend für das Auge des Laien! Denn die sonst so gewissenhaft registrierenden Beobachter konnten sich nicht soweit kritisch bezwingen, daß sie nicht im voraus ihre Lieblingsidee eines lunaren Vulkanismus in die prächtigen Reliefs mitübertragen hätten. So sehen wir sie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit einem großen Aufwande von Scharfsinn, mit tech-

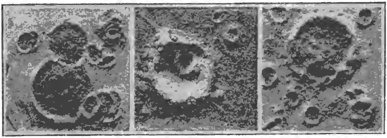


Fig 4 Fig. 5. Fig. 6.

Nachahmung von Mondkraterformen durch Fallspuren staubförmiger Massen nach Meydenbauer. Fig. 4 flacher Zwillingskrater; Fig 5 kräftig entwickelter Wall mit sekundärem Innenkrater; Fig. 6. Kraterreiche Gegend.

nischen und Beobachterkenntnissen und auch in äußerlich glänzender Form das beweisen, was sie gerne bewiesen sehen mochten und doch am Ende nicht beweisen konnten; ihre wissenschaftliche Ehrlichkeit gesteht zu, daß ihr Wissen und Erklären da und dort Stückwerk ist; sie empfinden es selbst, daß gerade die der Erklärung am meisten bedürftigen und durch ihre Besonderheit auffälligen Objekte in den Rahmen ihres Gesamtbildes von dem Werdeprozeß der Mondgebirge sich nicht fügen lassen, und daß die größten und die massenhaften kleinsten, typischen Kreisgebilde ihrer Deutung spotten. Trotzdem fußen sozusagen alle gleichzeitigen und folgenden „Selenologen“ auf dem gleichen Boden; je weniger sie jemals in genügendem Maße „Selenographen“ und somit Kenner des Gegenstandes bis ins Kleinste sind, desto

besser verstehen sie Rätsel zu lösen. Unter einer ganzen Reihe von Anstrengungen in dieser Richtung sind besonders drei erwähnenswert. Meydenbauer[18]) (Fig. 4, 5, 6) fing an, die Möglichkeit der Bildung umwallter Vertiefungen aus dem Sturz meteorischer Körper zu erklären, indem er auf eine Staubschicht kleine Staubmengen herabfallen ließ und wirklich ähnliche Gebilde zustande brachte, wie sie der Mond aufweist. Wilh. und Aug. Thiersch[19]) bauten diese Aggregationstheorie in einer eigenen Schrift aus, und man schien um so mehr berechtigt, der Vulkantheorie mittels der ersteren entgegenzukommen, als unsere Erkenntnis von dem Vorhandensein zahlloser meteorischen Körper immer gefestigter wurde und die Ausdehnung des vermuteten Auftretens von kosmischen Meteorschwärmen auch auf ein anderes Gebiet — man behauptete und „bewies" die meteorische Natur des Saturnringes — durch die gewichtigsten Stimmen vertreten wurde. Es mußte also fast so sein, daß auf den Mond gestürzte Meteormassen den Anlaß gaben und den Platz bestimmten, wo die Reaktion des flüssigen Mondinneren durch Austreten — Ringgebirge bildete.

War schon die vulkanische Grundlage dieser Anschauung der Beglaubigung sehr bedürftig gewesen, so häufte die Aggregationslehre neue Schwierigkeiten. Der Haupteinwand gegen diese wird mit dem Hinweise zu geschehen haben, daß die Zehntausende von sichtbaren Wirkungen der vermeintlichen Stöße ziemlich senkrecht, also in Richtung des Mondradius hätten erfolgen müssen, um die Gebilde zu erzeugen; bleibt aber schon aus mathematisch zu beweisenden Gründen ein senkrechter Sturz eine ziemliche Unmöglichkeit angesichts eines Weltkörpers, welcher ohne Puffer, ohne Atmosphäre ist, so ist es absolut ausgeschlossen, daß sich solche Fälle in die Zehntausende hinein ereignet hätten. Sodann ist von einem Durchschlagen der Mondkruste durch das Meteorprojektil leichter geredet als etwas damit bewiesen; aber sicherlich ist dabei außer acht gelassen, daß die plötzliche Hemmung einer kosmischen Bewegung, die doch nach Kilometern und Zehnern derselben in der Sekunde zählt, eine ungeheure Wärmeentwickelung verursacht haben dürfte, derzufolge ein Meteor weder das Mondmaterial aufstülpen, noch seinen eigenen Stoff als

Digitized by Google

Ringwulst ablagern konnte; vielmehr wäre das sichtbare Produkt eines Meteorfalles wohl etwa ein durch Hitze verglaster Fleck und Spuren von explosivem Entweichen der vergasten und verflüssigten Meteormasse, also eine Explosionsspur, aber kein Ringgebirge. Es ist auch kein Grund angegeben, warum früher mehr und größere Körper niedergegangen sein sollten und endlich keiner, warum bloß der Mond blatternarbig sei, die im Anziehen fremder Körper doch viel leistungsfähigere Erde aber keine Spur von Fallwirkungen aufweist. Auf keiner wesentlich anderen Grundlage ruhen die Anschauungen geologischer Fachleute, wie der Prof. Sueß oder Toula. Ob nun Vulkane allein das Relief gebildet haben oder Meteorstürze zum Auslösen vorhandener Spannungen nötig waren oder der alternde Mond gebirgsbildende Faltungen, Berstungen und Senkungen erlebt haben soll, aus welch letzteren dann etwa das flüssige Magma hervorgedrungen und in den runden Gebirgen sichtbar geblieben sein soll, in allen Fällen liegt eine Anschauung von recht anfechtbarer Richtigkeit zugrunde: die Laplacesche Vorstellung von der Entstehung des Sonnensystems, die gleichwohl in unseren Tagen so sehr an Glaubwürdigkeit verloren hat, daß man selbst in Gelehrtenkreisen ihre Unhaltbarkeit und den Mangel ihrer Beweiskraft den heutigen Kenntnissen gegenüber häufig zugestanden findet[20]). Auch Loewy und Puiseux, die Herausgeber des Pariser Mondatlas, fußen mit ihrer Erläuterung der photographischen Karten auf dem alten Boden.

Blicken wir also rückwärts, so erkennen wir, daß es zwei Umstände waren, welche die Begründer von Selenologien — und unter diesen waren einzig Nasmyth und Carpenter wirkliche Kenner des Mondes — gleichsam hypnotisierten, so daß sie unfähig blieben, gewisse Merkmale des wirklichen Mondes zu erkennen und zu verwerten: der erste Umstand war die runde Form der sogenannten Mondkrater, die aber bei näherer Betrachtung und auch nach dem Zugeständnis der Erklärer selbst schon im Prinzip anders gestaltet sind (die Mondvulkane sind wie flache Teller vertieft, die irdischen liegen als Bergkegel vor uns; die ersteren sind von riesigen Ausdehnungen, die letzteren wären, auf

den Mond versetzt, kaum wahrnehmbar; jene bestehen nur aus einem Ringwulste, diese bilden fast ausnahmslos einen Kegel). Der andere Umstand war der Glaube an die sogenannte Laplacesche Hypothese von der Entstehung der Sonne und der Planeten, deren Gedankengänge zur Zeit ihrer Begründer viel Wahrscheinliches an sich hatten, weil man noch nicht durch den Besitz sachlicher Kenntnisse in größerem Umfange gestört war; heute braucht man sich nicht bloß auf Errungenschaften der astronomischen Forschung zu berufen, um Irrungen und Mängel jener Schöpfungsvorstellung nachzuweisen, sie verstößt gegen Fundamentalerkenntnisse, wie das Gesetz von der Erhaltung der einmal vorhandenen Kraft in beliebiger Form, und sie weiß verwandten Wissenschaften, wie z. B. der Geologie, Meteorologie und Paläontologie nur sehr mangelhafte Dienste zu leisten. Unsere Zeit ist also — und nicht bloß in Hinsicht auf die Mondforschung — in einem Übergangsstadium begriffen, welches zu einem Überbordwerfen der Idee Laplacens führen muß; erst wenn man als unhaltbar erwiesene Grundlagen umgestaltet, ist es möglich, den wirklich vorliegenden Aufgaben gerecht zu werden und somit auch die Sprache einer Mondoberfläche zu lesen.

3. Die unmittelbare Anschauung des Mondes mit Fernrohren und die Darstellung auch eng begrenzter Flächen in größerem Maßstabe war nicht imstande gewesen, über veraltete Meinungen hinwegzuhelfen. Darum eben setzte man seine Hoffnung auf die unbeeinflußte Wirkung der Photographie, zumal zu ihrer Treue auch ihre Leistungsfähigkeit nach zwei sehr wichtigen anderen Seiten hinzukam. Einmal läßt das Fernrohr nur ein kleines Stück der Mondscheibe übersehen und lassen die wechselnde Beleuchtung und fast immer vorhandene Luftunruhe nur bestimmte Gegenden untersuchen; hat man die Zeit verpaßt, so ergibt sich eine nahe gleiche Beleuchtung erst wieder nach vielen Monaten und kann erst recht wieder wegen Bewölkung oder anderer Hindernisse unbenützt vorübergehen. Die Photographie würde dagegen erlauben, am Arbeitstische in kurzer Zeit Resultate zu erlangen, deren Beschaffung am Fernrohre viele Jahre

erfordert hätte. Zum anderen aber ist nicht mehr allein der Astronom oder gar nur der Liebhaber darauf angewiesen, lunare Eindrücke und Erfahrungen in eine Lehre von der mutmaßlichen Gestaltung einer anderen Welt zu verdichten, sondern ein ganzer Kreis von Spezialisten verschiedener Wissenszweige gewinnt nahe den gleichen Einblick in die äußeren Verhältnisse, aus denen die Überlegung und Vergleichung Nutzen ziehen muß. Das war bisher nie der Fall gewesen und man hoffte daher von dem Urteile der Geographen und Geologen vieles.

Kaum war die „Daguerrotypie" bekannt geworden, da gewann schon ein unternehmender Amerikaner, Dr. John W. Drayer in New York, Mondbilder auf Silberplatten (1840). Zehn Jahre später machte der Photograph Whipple auf Einladung William C. Bonds, des Direktors der Harvardsternwarte, Versuche mit dem Merzschen Refraktor von 38 cm Öffnung, woraus Bilder von fast 6 cm Größe entsprangen. Auch der Amerikaner Humphrey brachte es bei nur zwei Sekunden Belichtung auf bessere Mondbilder, die schon deutlich Einzelheiten gezeigt haben sollen; ebenso gewann in Königsberg Barkowki Negative, welche Vergrößerungen bis zu 5 cm vertrugen. Aber erst Warren de la Rue in London, der seit 1852 Erfahrungen sammelte, brachte Besseres zustande, nachdem er von 1857 ab sein Teleskop durch ein Uhrwerk automatisch dem Monde folgen ließ. Seine Bilder waren ebenso gut als zahlreich, so daß er sogar eine Auswahl unter ihnen treffen und je zwei zu dem bekannten stereoskopischen Effekte zusammenstellen konnte, demzufolge der Mond kugelförmig aus dem Bilde heraustritt. (Vgl. unser Bild.) Dr. Henry Draper in Hastings am Hudson, welcher die Erfahrungen des Chemikers, Physiologen, Photographen, Optikers und Konstrukteurs mit Gelehrsamkeit in einer Person verband, machte sich 1860 einen metallenen Hohlspiegel, 1861 einen solchen aus Glas mit versilberter Spiegelfläche, jeden 40 cm groß, und photographierte mit beispiellosem Erfolge. Eine Mondaufnahme von 30 mm aus dem Jahre 1863 konnte bis zur Größe der Mädlerschen Karte von 3 Fuß Durchmesser ausgedehnt werden, ohne unkenntlich zu sein. Der unermüdliche Forscher schliff noch 1870

einen Spiegel von einem halben Meter Öffnung, benutzte aber von 1880 ab, wohl vorteilhafter, einen eigens für photographische Zwecke hergestellten Refraktor, dessen Linse fast 30 cm maß. Rutherfurd in Cambridge (N. A.) machte schon 1857 die Wahrnehmung, daß zwischen dem gewöhnlichen und dem für die lichtempfindliche Platte in Betracht kommenden Bildabstande seiner Fernrohrlinse eine Differenz von 18 mm bestand[21]); unter Berücksichtigung dieses Umstandes kamen denn auch 1858 schon

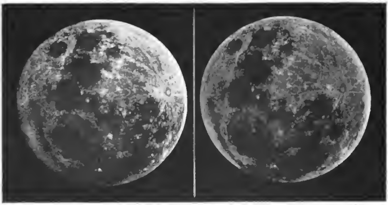


Fig. 7. Fig. 8.
Zwei Vollmondbilder zur Erreichung des stereoskopischen Effektes zusammengestellt.

Mondbilder zustande, die sich auf 13 cm vergrößern ließen. Zugleich stellte er unabhängig von de la Rue sein erstes Stereogramm zusammen. Er suchte die Bildschärfe auch zu erhöhen, indem er die Linsen seiner 11 cm großen Objektive um etwa 19 mm auseinanderschob; ein größeres Objektiv von 28,5 cm und einem Bildabstande von 4,25 m lieferte 1864 eine Abbildung des Vollmondes, die auch bei Vergrößerung auf 18 cm noch scharf begrenzte Einzelheiten behielt. Ein anderes Objektiv, besonders für die chemisch wirksamen Lichtstrahlen korrigiert, lieferte ihm 1865 ein Brennpunktbild von 15 mm, das ohne Schaden 53 cm groß gemacht werden konnte; und seit 1871 stand auch diesem Künstler ein Refraktor von 33 cm Durchmesser zur Verfügung. Neben diesen Erfolgen sind Versuche von Wolf und

Rayet mit einem Spiegel von 18 cm und selbst von Ellery in Melburne mit dem Riesenspiegel von vier Fuß Durchmesser, der Bilder unmittelbar von 8 cm lieferte, minderwertig. Nur der argentinische Astronom Gould in Cordoba brachte es von 1875 ab, unterstützt von einem Schüler Rutherfurds, zu Originalbildern von 35 mm, welche bis zu 48 cm Größe ausgedehnt wurden.

Das Jahr 1888 sieht endlich das kalifornische Riesenfernrohr in Aktion treten. Für photographische Zwecke wird die 91 cm große Linse in eine ungeheure Kamera von 84 cm Öffnung und 14,8 m Länge verwandelt; bei diesem Bildabstande wird die Mondscheibe rund 13 cm groß. Leider kann man nicht mit bestem Erfolge mit der vollen Öffnung, sondern nur mit einer auf 20 cm verkleinerten Öffnung arbeiten, wenn die Bilder am feinsten werden sollen. Burnham, Schäberle und Campbell hauptsächlich haben mit dieser Einrichtung eine große Menge Platten von allen Mondgestalten aufgenommen. Inzwischen hatten in Paris die Brüder Paul und Prosper Henry mittels eines selbstgeschliffenen Objektivs von 33 cm reiche Erfahrungen gesammelt und begannen schon vor Aufstellung des Lickfernrohres den Mond zu photographieren, indem sie durch Zwischenlinsen gleich ein großes Originalbild erzeugten. Ähnliche kleinere Versuche machten dann auch Prinz in Brüssel[22]), Pickering[23]) in Cambridge, Spitaler in Wien[21]), Wolf in Heidelberg. Prinz erhielt mit 22,5 cm Öffnung den Mond 11—33 cm groß; Pickering mit 32,5 cm Öffnung Teilaufnahmen, so daß der ganze Mond 70—175 cm groß geworden wäre; Spitaler benützte den Wiener Refraktor von 67 cm, Wolf den seinen von 16 cm Öffnung. Die Henrys aber lieferten von 1890 ab Bilder, die das Erstaunen der Fachleute erregten. Trotzdem kostete es Mühe, bis die Methode der unmittelbaren Vergrößerung des Bildes vor der Fokalaufnahme allgemein den Vorzug erhielt. Die Trockenplatten enthalten ein feines Korn des Silberniederschlags in der Schichte; feiner als dieses können Einzelheiten nicht erscheinen, und wenn ein Negativ vergrößert wird, so werden auch die aus der körnigen Beschaffenheit der Schichte stammenden Rauheiten sichtbar. Dieser Fehler haftete auch den sonst bewundernswerten

Lickplatten an; als Prof. Weinek solche Platten unter die Lupe zu nehmen begann, konnte er auch nicht mehr finden, als eine vorzüglich hergestellte mechanische Vergrößerung von derselben Platte zeigte; was er mehr und Feineres[24]) entdeckt zu haben glaubte, stellte sich später als Täuschung heraus, als welche es gleich anfangs von guten Kennern des wirklichen Mondes schon bezeichnet worden war.

So zeigt z. B. die Vergrößerung des Ringgebirges Capella und des kleinen parasitären Kraterchens Taruntius C (vgl. Sirius 1893, Tafel VIII) eine Menge feiner Linien, die heute als „Rillen" anzusehen keinem Sachkenner mehr beifallen wird; daneben treten eine bedeutende Anzahl Krater und feiner Bläschen auf, die mit ihrer scharfen Begrenzung in einem sehr markanten Gegensatze stehen zu der ebenso überraschenden Unschärfe aller großen und bekannten Details. Es ist müßige Arbeit, solche Dinge zu interpretieren, aber ebenso überflüssig, heute noch einmal die Ursachen ergründen zu wollen, welche im Glas der Diapositive, auf der empfindlichen Schichte oder schon bei Aufnahme des Negativs zusammengewirkt haben, um scheinbar gut begrenzte Krateröffnungen unter dem Mikroskope vorzuspiegeln. Wir haben aus Prof.-Prinz' Messungen ersehen, daß selbst Dinge von doppelter und mehrfacher Größe der vermeintlichen photographisch und dann mikroskopisch gefundenen auf den damaligen Platten absolut unscharf und undefinierbar sind.

Inzwischen wurden Lickplatten zu größeren Tafeln ausgedehnt und ein Atlas von 19 Blatt im Maßstab der Mädlerschen Karte veröffentlicht, dessen Einzelheiten aber zum großen Teil unter einer mangelhaften Methode der Originalaufnahmen leiden. Da fing auch Prof. Weinek an, mechanisch zu vergrößern und stellte nach den besten Lickplatten durch eine offenbar aufs höchste getriebene Sorgfalt der Vergrößerungsarbeit einen Atlas von 200 wunderschönen Mondtafeln her. In derselben Zeit aber begannen in Paris Loewy und Puiseux an einem ganz besonders geeigneten Instrumente, dessen Objektiv 60 cm und dessen Bildabstand etwa 18 m mißt, wieder Fokalaufnahmen, die freilich hier kaum eine Sekunde Belichtung brauchten und zudem von

vornherein auch bis zu 17 cm im Durchmesser maßen. Davon werden fortgesetzt große Tafeln hergestellt, die einem Monddurchmesser von 2 bis 2,7 m entsprechen und in einzelnen Exemplaren das Großartigste sind, was hier noch geleistet worden ist.

Fig 9. Mondlandschaften Theophilus, Cyrillus und Katharina, photographiert von Ritchey.

Auch Cambridge ist nicht untätig gewesen, wie der 1904 veröffentlichte Atlas großer Phasenbilder beweist, der den Zweck hat, jede Mondgegend in fünf Beleuchtungszuständen vor Augen zu führen. Sehen wir von letzterer Errungenschaft ab, welche nicht der Erkenntnis des Mondreliefs dienen will, so besitzen wir also den bescheideneren photographischen Lickatlas von 19 Tafeln, die Weinekschen Vergrößerungen in 200 Blättern und den auf

über 40 große Tafeln (48×57,5 cm Bildgröße, 60×80 cm Papiergröße) angewachsenen Pariser Atlas, der nach Form und Inhalt wohl die Höhe des in absehbarer Zeit Erreichbaren darstellt. Zwar haben neueste Aufnahmen des Mondes am Yerkes-Refraktor in Chicago[25]) eine noch wesentlich größere Feinheit der Darstellung ergeben, aber die Schwierigkeiten der Gewinnung derselben an dem Fernrohrungetüm lassen leider nur ausnahmsweise solche Arbeiten zu.

Was ist es nun, das diese hochmodernen weiteren Hilfen geleistet haben? Es ist klar, daß die unbeirrte Treue der Bilder das Nächste ist, was die photographischen Atlanten zumeist wertvoll macht. So richtige Verhältnisse der gegenseitigen Lage, Größe und Gestalt der Mondgebirge, wie sie hier jederzeit verbürgt vorliegen, konnten Augenschätzung, spärliche Messungen und eine noch so geübte Hand nicht gewährleisten — konnte vor allem nicht geboten werden, solange Tausende von Einzelaufnahmen zum Schluß zu einem Gesamtbilde verbunden werden mußten. Der zweite Vorzug ist eine wohltuende Gleichmäßigkeit der Güte, welche — von Plattenfehlern abgesehen — über das ganze Bild verbreitet ist, sei dieses nun durch zufälliges Zusammentreffen günstiger Umstände ein Unikum von Klarheit, oder sei es zu weniger vorteilhaften Zeiten ein mehr verschwommenes Bild geworden: Immer treten die Verhältnisse unmittelbar vergleichbar zutage. Aber beide Vorzüge haben neben dem dritten der bequemen und vielseitigen Lesbarkeit in selenologischer Hinsicht eben nur die Meinungsäußerung von Leuten gebracht, die noch ganz und gar auf dem Boden stehen, den allmählich zu verlassen die Astronomie sich gerade anschickt. Wer den Most neuer Erkenntnisse immer wieder in alte Schläuche füllt, obwohl er weiß, daß sie einen unleidlichen Geschmack geben, der kommt eben niemals zu einem erfreulichen neuen Weine. Aus diesem Grunde sind auch die Meinungen einiger Geologen (Toula, Sueß) und der Herausgeber des Pariser Atlas, Loewy und Puiseux, und ihrer Schule nicht imstande, bei denen Zufriedenheit zu erwecken, welche eben den wahren Mond aus eigener, langjähriger Anschauung und durch tiefgreifende Untersuchungen kennen gelernt haben.

Es ist ein sehr wesentlicher Unterschied, ob man auch die bewunderungswertesten **Bilder** des Mondes oder ob man **ihn**,

Fig. 10. Ringgebirge Janssen mit Fabricius (1 mm = 1800 m).

den leuchtenden, von Glanz und Farbe strotzenden selber studiert. Auf dem Monde schwimmt Licht in Licht in so vielen Stufen der Stärke und Farbe, daß die ganze Skala vom blendenden Weiß, welches das Auge schmerzt, bis zum kältesten und

Digitized by Google

tiefsten Schwarz vertreten ist, und zwar immer und überall, wenn man nicht gerade direkt in den Vollmond hineinstarrt. Daß unter diesen Umständen alle bestgelungenen Bilder nur für die klarste Darstellung mittlerer Töne abgestimmt sind, braucht nur erwähnt zu werden. Was dem Auge auf einmal zugänglich ist, das hätte die Photographie stufenweise erreichen müssen. Zu dem Bilde, welches bei einer Sekunde Belichtung „vorzüglich" geworden ist, gehörten eigentlich mindestens noch zwei andere, von denen das eine vielleicht 0,1, das andere 5 oder mehr Sekunden zu belichten gewesen wäre. Dann wären die grellen Stellen nicht über- und die matten nicht unterexponiert, sondern einigermaßen der Qualität der mittleren Intensitäten vergleichbar; aber das wären drei gänzlich verschiedene und in der Praxis kaum erreichbare Bilder, wogegen das menschliche Auge nicht stück- und stufenweise, sondern gleichmäßig alles auf einmal übersieht. Wir merken, Selenologien auf Grund der Bilder sind nicht ganz einwurfsfrei. Irgend ein Gelehrter hat einmal den scheinbaren Widersinn ausgesprochen, man müsse ins Detail „heraufsteigen"; wenn irgendwo, so gilt dieses Urteil für das Studium des Mondes, wo die Rätsel anfangen, sich aufzuklären, wenn man sich über die Großzügigkeit der allgemeinen Figuration erhebt und die spezifisch lunaren Besonderheiten der kleinen Formen und der Teile des Großen über diese stellt. Wir haben es ja erlebt, daß die Rundung und die Randgestaltung allein nichts Befriedigendes erzählen können; und wir haben gesehen, daß ein gutes Dutzend Hypothesen an dieses rein äußerliche Merkmal anknüpfen, weil eben eine ganze Reihe von Möglichkeiten umwallte Gebilde erzeugt haben könnte. Der springende Punkt ist nicht die „Kraterform", sondern ganz was anderes, was erst die tiefere Erkenntnis der Intimitäten des Mondbodens aufklärt; dorthin aber dringt erfahrungsgemäß unter hundert Augen kaum eines[26]).

4. Aber wenn auch die Photographie das Heer der sonst tätigen Okularbeobachter gelichtet hat, weil sie meinten, nun überflügelt zu sein, es gab und gibt auch aus den letzten zwei

Jahrzehnten Bemühungen, welche beweisen, daß man sich bewußt ist, die Grenze der photographischen Leistung wesentlich überschreiten zu können. Mit allen Vorsichtsmaßregeln ist es bis heute nicht gelungen, plastische Gestalten von etwa 1 km Größe auf Lichtbildern anders als gelegentlich einmal gerade noch erkennbar festzuhalten[27]); es ist nicht zutreffend, daß man ähnlich aussehende Spuren einfach nur zu deuten hat: man würde unter 100 Fällen 99 unsichere und falsche verzeichnen. Das Auge kann aber unter mäßigen Verhältnissen Dinge wahrnehmen und nach Größe, Lage und Gestalt auffassen, von welchen die besten Verhältnisse der Photographie nichts anderes ergeben können, als einen verschwommenen Fleck. Somit sieht man am Okular klarer, wahrer und viel feiner und dringt gerade in diejenigen Regionen ein, welche zu kennen für eine stichhaltige Theorie der Mondgebilde unerläßlich ist.

Nach Schmidts großer Karte (1878) hat eigentlich nur Klein in Köln an einem 6zölligen Fernrohre spärliche Resultate an einigen Mondgegenden[28]) erzielt, Gaudibert in Vaison mit Silberspiegeln von 8 und 10 Zoll ähnliche begrenzte Untersuchungen geliefert und Elger in England sich wenigstens in dieser Richtung neben Neison bemüht; nach dem Bekanntwerden der Fortschritte in der Photographie haben diese Bemühungen aufgehört. Nur Amateure betrachteten noch den Mond als dankbares Feld, als der Plan einer neuen Bearbeitung des Mondes zur Gewinnung einer modernen Karte in dem Verfasser dieser Zeilen Gestalt gewann. Bereits vom Sommer 1892 an wurden Vergrößerungen photographischer Aufnahmen von ihm zur Grundlage von reichhaltigen Einträgen gemacht.

Während Brenner in Lussinpiccolo seinen unvergleichlichen 7zölligen Refraktor und das einzig günstige Klima der Adria zur Auffindung einer Reihe feiner und feinster Züge des Mondes benützte, verlegte N. Krieger seine Sternwarte nach Triest, um in Kopien von photographischen Mondaufnahmen kleine Details in statistischer Form zu sammeln (Triester Mondatlas), und bemühten sich andere, wie V. Nielsen in Kopenhagen oder J. Meller in Osterath, Zeichnungen von Mondlandschaften mit Farbe oder

Lichttönen und Schattenwurf zu machen. Indes begann das nach Landstuhl verlegte Bergobservatorium des Verfassers nach vorangegangener summarischer Vorarbeit den Plan der neuen Mondkarte zu verwirklichen, indem Karten erzeugt wurden, die einem Monddurchmesser von rund 3,5 m bis zu 17,5 m entsprechen und deren Herausgabe in angemessenem Maßstabe bevorsteht. Sie werden eine bisher ungeahnte Fülle von Einzelheiten darbieten, von denen die Photographie auch keine Spur zeigt. Neuerdings berichten auch die Astronomen der Harvard-Sternwarte und sogar der Lick- und Yerkessternwarte[29]) hier und da von besonderen Wahrnehmungen; es scheint, daß man dort auch die großen optischen Hilfsmittel auf den lange Zeit vernachlässigten Mond systematisch anwendet und tatsächlich mancherlei erkennt, was bisher nicht gesehen worden ist. So natürlich das bei einer Überfülle von Einzelheiten ist, deren heute Hunderttausende zugänglich sind, und so gewiß ein großes Fernrohr einem kleineren überlegen ist, haben doch die Astronomen jenseits des großen Wassers nicht allzuviel vor den Mondbeobachtern Mitteleuropas voraus, denn sie zeigen sich fast sämtlicher Erfahrungen und Errungenschaften unkundig, die hierzulande längst den Beteiligten zum Nutzen gereichen.

Das ging schon zur Genüge aus Prof. Holdens Anwendung des damals noch ziemlich neuen 36zölligen Lickrefraktors (91 cm Durchmesser) auf die Gegenden der Hyginus- und Ariadäusrille hervor. Die acht im November 1889 gewonnenen Zeichnungen sind wenigstens ebenso verfehlt und daher völlig detailarm, wie auch die Vergrößerungen zwischen 270 und 600 gänzlich verfehlt waren in Anbetracht der Riesenöffnung und „Lichtstärke des Teleskops; der Nichterfolg beweist das schlagend. (Sirius 1890, Tfl. IV.)

In den letzten Jahren hat Prof. William Pickering mit starken Mitteln mit ganz gleichem Mißerfolge nach den Begriffen deutscher Selenographen die Gegend Messier untersucht; wenigstens ist seine Zeichnung der zwei Krater (vgl. Sirius 1901, S. 206) nicht dazu angetan, auch nur die primitivsten Erwartungen bei solcherlei Arbeiten zu unterstützen. Im Frühjahre 1893 hatte

er schon die Variationen dunkler Flecke an verschiedenen Stellen des Mondes untersucht, und zwar mit 345- bis 714facher Vergrößerung des 13zölligen Boydenteleskops. Der Leser wolle aus der Gegenüberstellung der Übersicht über die Alphonsusflecken auf der später folgenden Abbildung ersehen, was da gefunden wurde und was der Verfasser an halb so großem Instrumente mit 160- bis 210facher Vergrößerung hat leisten müssen, um überhaupt eine diskutable Lösung der Fleckenfrage zu erreichen. — Noch früher teilte Prof. Pickering eine detaillierte Angabe der kleinen Kraterchen in der Tiefe der Ringebene Plato mit, die

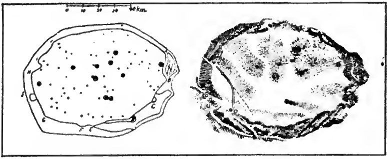


Fig. 11. Plan von Pickering. Fig. 12. Kärtchen von Fauth.

wir unter Kennzeichnung der ganz und halbwegs sicheren und ganz unsicheren Positionen neben unserer eigenen Karte vom Inneren des Plato hier reproduzieren; die meisten Positionen sind illusorisch und entsprechen keinen reellen Objekten, denn Pickering glaubte gewissenhaft auch die oberflächlichsten zeichnerischen Angaben früherer Beobachter, wie Neison, Elger, Pratt rc., heranziehen und deren Angaben verwerten zu müssen. Der wahrhaft Sachkundige hätte hier besser die Spreu vom Weizen zu sondern gewußt. —

Blicken wir nochmals zurück, so finden wir wohl Arbeiten von höchst wertvollem Inhalte, besonders drei originelle Mondkarten als Dokumente persönlicher Gewissenhaftigkeit und Opferwilligkeit: Mädlers, Lohrmanns und Schmidts Mondkarten[30]), und außerdem drei photographisch gewonnene Mondatlanten (Lick, Prag, Paris), nebenbei den Phasenatlas des Harvard-

Observatoriums; aber das Ziel aller Bemühungen, die Aufklärung über die Prozesse, welche ihre Spuren auf der Oberfläche unseres Trabanten hinterlassen haben, ist noch nicht erreicht worden, hauptsächlich weil man sich bis jetzt nicht von tief eingewurzelten, wenn auch mehr und mehr als irrtümlich sich erweisenden Vorstellungen von einem jungen Zustande der Materie des Sonnensystems hat losringen können. Weg und Pflicht der zukünftigen Bemühungen sind damit angedeutet.

5. Wenn man eine richtige Vorstellung von den Mondgebirgen gewinnen will, so muß man vor allem die Größe des Mondes in Betracht ziehen. Als die nicht ganz linealgerade Lichtgrenze um das erste Viertel den alten Griechen die richtige Vorstellung von der Beschaffenheit der äußeren Schale erweckte, da bedurfte es noch der Beschaffung zweier Maße, um den Begriff der Berge genauer zu kennzeichnen; aber das konnte erst späteren Jahrhunderten vorbehalten bleiben. Vorerst gelang es den Alten[31]) nur, durch Bestimmung von Richtungslinien und Winkeln zwischen Gestirnen gute Schätzungen für die Entfernung des Mondes von der Erde und für seinen Durchmesser zu erhalten. Schon Aristarch von Samos (320—250 v. Chr.) fand auf diesem Wege für den Abstand des Trabanten 56 Erdhalbmesser und für seinen Durchmesser 2°, also viel zu viel. Heute wissen wir, daß beide Zahlen richtiger 60,27 Halbmesser und 0,52° lauten und sind versucht zu glauben, die schwierigere Bestimmung der Entfernung sei Aristarch besser geglückt als die leichtere Winkelmessung zwischen den Hörnerspitzen der Mondsichel. Aber ihm war ja keineswegs bekannt, wie groß in einem landesüblichen Maße der Erdhalbmesser selbst war: also geben die 56 Entfernungshalbmesser nur ein Größenverhältnis an, nicht aber einen direkten Wert; der Durchmesser aber ist ein direktes, unmittelbares Maßergebnis. Wie unsicher damals solche Schätzungen waren, geht auch aus dem Resultate des Eratosthenes hervor, der nur 25 Erdradien herausfand. Hipparch dagegen (190—120) fand das Entfernungsverhältnis sehr genau zu 59 Radien und den Durchmesser des Mondes zu 31′, was aber auch nur heißen

will in Verhältnissen zu der noch unbekannten Größe der Erde selbst, so daß Hipparch auch nur schätzungsweise — etwa in Stadien — die wahre Größe des Mondes angeben konnte. Übrigens maß Ptolemäus (100 bis 170 n. Chr.) seine Winkel wieder wesentlich zu groß. Seit Anwendung des Fernrohres zum besseren Zielen, des Faden- oder Spinnkreuzes im Okular zum Anvisieren eines bestimmten Punktes und vorzüglicher Kreisteilungen zum Ablesen kleiner Winkel, hat man sich den wahren Größen immer mehr genähert und weiß jetzt, daß der Mond in 60,274 Erdradien Entfernung (zu je 6377,4 km Entfernung um uns kreist und selbst 31,1′ (Bogenminuten) oder 3480 km Durchmesser besitzt. Nach L. Struve (Astr. Nachr. 3226) beträgt der aus Sternbedeckungen, beobachtet 1884 an 42 Orten, abgeleitete Durchmesser unter Voraussetzung der Hansenschen Mondparallaxe (57′ 2,27″) 31′ 5,29″; nach J. Peters (Astr. Nachr. 3296/97) beträgt er, aus 8 Plejadenbedeckungen in den Jahren 1840 bis 1876 abgeleitet, 31′ 5,18″, so daß aus beiden Angaben für den Durchmesser des Mondes folgen: 3476,1 und 3475,9, also im Mittel aus Sternbedeckungen 3476 km. Damit läßt sich auch je ein Wert für alles gewinnen, was in Bogenmaß oder in Teilen der Mondscheibe erhalten wird. Denken wir uns eine Äquatorlinie um den Mond, so muß 1 Grad derselben 30,4 km lang sein und von der Erde unter einem Winkel von 16,6″ (Bogensekunden) erscheinen. Die wahren Durchmesser der Mondringwälle ergeben sich ebenso unmittelbar, nur muß man berücksichtigen, daß alle nahe kreisförmigen Gebilde, je näher am Rande, desto schmäler elliptisch aussehen und muß dann immer die große Achse dieser Ellipse messen.

Schwieriger gestaltet sich die Sache, wenn die Höhe der Mondberge gefunden werden soll. Zwar werfen diese, wie schon die Mondbilder erkennen lassen, tiefschwarze, unter Umständen langgezogene Schatten gegen die Nachtseite des Mondes, aber diese müssen immer nahe parallel dem Äquator bleiben und ihre wahre Länge entspricht nur dann dem Anscheine und dem Messungswerte, wenn sie ganz nahe der Mitte der Scheibe liegen. Da die Beleuchtungsgrenze ungefähr wie die Längengrade gegen

Osten und Westen stärker und stärker gekrümmt wird und dabei beständig ungefähr die Pole trifft, so werden in höheren Breiten die linearen Abstände von einem Objekte bis zur Lichtgrenze immer kleiner gegenüber den in (kürzer werdenden) Längegraden ausgedrückten Winkeldistanzen; und gegen Osten und Westen müssen die Schatten perspektivisch verkürzt erscheinen wegen der Kugelgestalt des Mondes. Somit ist es nötig, die unmittelbaren Maße der Schattenlängen, wie sie das Fadenmikrometer des Fernrohres ergibt, erst in Beziehung zu ihrem Abstand vom Mittelpunkte der Scheibe zu bringen, ehe aus ihnen ihr Verhältnis zum Monddurchmesser und damit ihre wahre Länge in Kilometern folgt. Zwar ist damit noch nichts über die Höhe des betreffenden Bergs gesagt, um die es sich handelt; aber aus der ersten Messung muß sich auch die Sonnenhöhe über dem Berge ergeben, und dann hat man nur zu suchen, welche senkrechte Höhe zu der betreffenden Sonnenhöhe und gefundenen Schattenlänge paßt, um in derselben dann die gesuchte Berghöhe zu besitzen. Es sei hier nur gesagt, daß auf diese Weise um so genauere Resultate herauskommen, je glätter der Mondboden unter der Schattenspitze ist und je länger diese selbst sich hinzieht. Am wirklichen Monde aber sind die Schatten weitaus schwärzer und schärfer begrenzt als auf Bildern. Schon Hevelius bestimmte mit seinen unvollkommenen Fernrohren, die nur 30 bis 40mal vergrößerten, die Erhebung eines Mondberges zu 5200 m und es gibt sogar noch viel höhere. Schroeter maß gleichfalls, und zwar ganz zuverlässig, eine Reihe derselben. Mädler bestimmte über 1000 Höhen und Schmidt machte im ganzen 3050 Messungen[32]). Von vielen dieser Bestimmungen kann man getrost sagen, daß sie viel genauer sind, als die meisten irdischen Angaben für Berge in außereuropäischen Ländern. Ebenso war ja auch schon Mädlers Karte eine weitaus genauere Wiedergabe des Mondes, als wir selbst am Anfange des 20. Jahrhunderts eine Erdkarte haben. Das Innere von Afrika, der beiden Amerika, Asiens und Australiens — abgesehen von den ganz unbekannten Polarländern — ist noch nicht einmal so gut kartiert als der Mond nach jener jetzt 70 Jahre alten Karte: das kommt daher, daß wir mit einem Blick

über den ganzen Mond reisen können, während zur Erforschung auch des Gröbsten im fremden Lande kostspielige und langwierige Expeditionen auszurüsten und unsägliche Gefahren und Mühsale zu überwinden sind.

Natürlich hat man auch nach Art der Landesvermessungen eine genauere Vermessung der Objekte des Mondes auf photographischen Platten vorgenommen, aus verschiedenen Gründen zwar, aber auch als Grundlage für neue, sichere Karten. Weil nun eine ältere Vermutung[33]) uns sagte, daß der Mond etwas von der genauen Kugelform abweichen und der Erde eine ungemein flachgewölbte Eispitze zuwenden müsse, so hat Dr. Mainka[34]) in Breslau eine Menge Vermessungen angestellt und die Sache geprüft. Nun ist zwar die Vermutung nicht bestätigt worden, aber dafür ergaben sich interessante Anhaltspunkte, aus denen auf die Unregelmäßigkeiten der Kugelfläche Schlüsse gezogen werden konnten. Diese „Niveaubestimmungen" zeigen als vorläufiges Resultat, daß weitausgedehnte Anschwellungen und kleinere Beulen mit weiten Senkungsgebieten abwechseln, und daß die weißlichen Gebirgsgegenden so ziemlich den Plateauflächen, die Ebenen aber den Senkungen entsprechen. Die Karte läßt dies in einer vorzüglichen Weise erkennen.

Noch eine weitere Eigentümlichkeit beim Durchmustern der Zeichnung unseres Nachbarplaneten ist schon Galilei aufgefallen, kann aber in ihrer besten Entwickelung sogar mit freiem Auge bemerkt werden; es ist eine schwankende Bewegung der Oberflächenzeichnung innerhalb der Scheibe, vom lateinischen libra (= Wage) „Libration" genannt. Sie hat folgende Gründe. Die Mondbahn ist gegen die Erdbahn um 5° 8', geneigt, so daß der Mond gelegentlich um diesen Betrag nördlich oder südlich von der Ekliptik steht. Zudem ist die Achse des Mondes wiederum gut 1°,5 gegen dieselbe geneigt. Kommt nun der Mond sozusagen recht hoch über die Ekliptik, besonders im Sternbild der Zwillinge, so kann man ein gutes Stück Südpolargebiet übersehen und der Mondmittelpunkt steht nördlich über der Scheibenmitte; zieht er aber stark südlich der Ekliptik, besonders gerade im Sternbilde des Schützen, so können wir einen großen Teil des Nordpolar-

gebietes sehen, zumal wir Bewohner der nördlichen Halbkugel der Erde, die wir also für diesen Fall einen eigens „erhöhten" Standpunkt einnehmen. Beide Wirkungen zusammen ergeben die sogenannte Breitenlibration, der zufolge wir abwechselnd ein

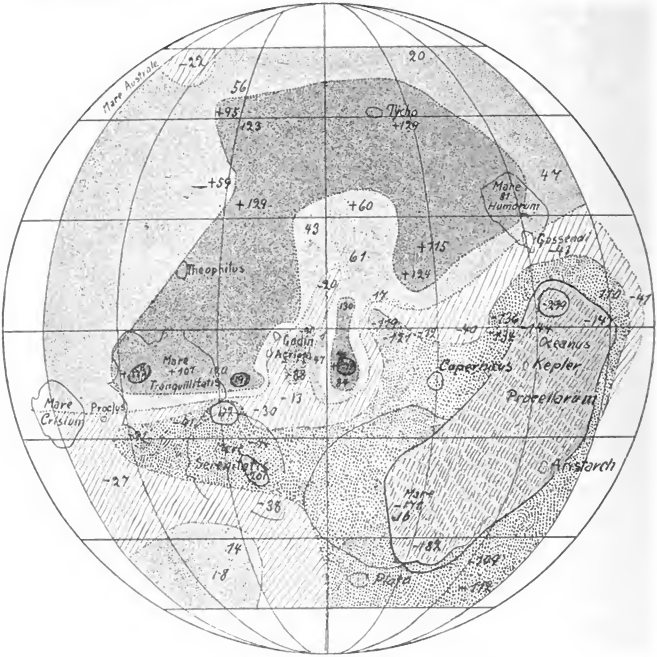


Fig. 13. Niveaukarte des Mondes nach Dr. Mainka.

sichelförmiges Stück jenseits der Pole zu Gesicht bekommen. — Wir wissen ferner, daß der Mond in seiner elliptischen Bahn mit wechselnder Geschwindigkeit fortschreitet: schneller in Erdnähe und langsamer in Erdferne, daß er aber die Umdrehung um seine Achse absolut gleichmäßig vollzieht. Daraus entsteht eine neuerliche Verschiebung der Mondzeichnung, indem das mittlere Mond-

zentrum bald der Bahnbewegung vorausgeeilt, bald hinter ihr zurückgeblieben erscheint. So tritt bald im Osten, bald im Westen ein sichelförmiger Abschnitt der jenseitigen Halbkugel, die ja im allgemeinen unsichtbar bleibt, in die Gesichtslinie, so daß wir in Wahrheit während häufiger Beobachtungen nicht genau eine Hälfte, sondern im ganzen 0,59 der Oberfläche des Mondes zu sehen bekommen; die übrigen 0,41 bleiben immer unsichtbar. Diese Schwankungen wurden auch schon von der Photographie ausgebeutet; Prof. Franz hat in den günstiger sichtbar gewordenen Streifen mehrere Ebenen näher untersucht und bezeichnet, die auf älteren Karten fast nicht hervortreten. Außerdem ist die Libration das bequemste Mittel, zu verschiedenen Zeiten aufgenommene Bilder im Stereoskop zu einer überraschend plastischen Gesamtwirkung zu vereinigen.

Endlich sei noch gewisser Maßwerte gedacht, die jedem Beobachter zur Hand sein sollten und die einfach zu handhaben sind; sie betreffen die Lage der Lichtgrenze in Längengraden des Mondes.[35]) Die Karten geben nun dem Mittelpunkte 0° und zählen östlich und westlich bis je 90° Länge; außerdem geben sie das Bild umgekehrt, also wie im astronomischen Fernrohr an. Somit beginnt die Beleuchtung am linken Kartenrande und läuft durch bis zum rechten (Vollmond), nimmt auch von links nach rechts hin wieder ab. Dergestalt bezeichnet man die Längen vom Rande bis zur Mitte fortlaufend mit dem Minuszeichen (—), dem Abnehmen der Gradzählung entsprechend, die von der Mitte bis zum folgenden Rande mit dem Pluszeichen (+), da auch die Zählung fortlaufend zunimmt. Also heißt —32° Länge soviel als 32° links von dem Zentralmeridian, + 17° Länge dagegen 17° rechts desselben. Die Breitenabstände der Objekte vom Äquator werden wie üblich als nördliche (untere Kartenhälfte) und südliche (obere Hemisphäre) bezeichnet. Nun gibt es Tabellen, welche für jeden Tag die Länge der Lichtgrenze angeben; wir setzen einen Auszug nebst der Erläuterung zur Benützung für die interessierten Kreise hierher, da es sich oft darum handelt, den Termin der Sichtbarkeit eines Objekts zu kennen. In gegenwärtigem Falle wird das Jahr als mit dem März beginnend angesehen.

Lage der Lichtgrenze jeden Tag zwischen den Jahren 1906 und 1941.

1906	19,5°	1918	227,5°	1930	75,4°	März 1.	6,1°
1907	249,9°	1919	97,8°	1931	305,8°	April 1.	23,2°
1908	108,1°	1920	316,0°	1932	164,0°	Mai 1.	29,7°
1909	338,5°	1921	186,4°	1933	34,3°	Juni 1.	48,3°
1910	208,8°	1922	56,8°	1934	264,7°	Juli 1.	54,9°
1911	79,2°	1923	287,1°	1935	135,1°	August 1.	73,8°
1912	297,4°	1924	145,3°	1936	353,3°	September 1.	92,4°
1913	167,8°	1925	15,7°	1937	223,6°	Oktober 1.	98,4°
1914	38,1°	1926	246,1°	1938	94,0°	November 1.	116,1°
1915	268,5°	1927	116,5°	1939	324,4°	Dezember 1.	121,1°
1916	126,7°	1928	334,6°	1040	182,6°	Januar 1.	138,1°
1917	357,1°	1929	205,0°	1941	53,0°	Februar 1.	155,0°

(Fortschreiten der Lichtgrenze pro Tag 12,15°; pro Stunde 0,51°.)

Verfahren: Von der Länge für den Jahresanfang (1. März) ziehe man den Winkel ab, der für das Datum gilt, z. B. 16. Juni 1906: Für 1906 ergibt sich 19,5°; für 1. Juni 48,3° und somit für 16. Juni 15×12,15° oder 182,2° mehr, oder 230,5°; letztere Zahl wird von der ersten, 19,5°, oder von der um 360° vermehrten Länge 379,5° abgezogen; es bleibt 149,0° Länge. — Die Zahlen zwischen 0° und 90° bedeuten nun westliche (auf der Karte linksseitige) Länge der Morgenlichtgrenze; zwischen 360° und 270° bedeutet ihre Differenz mit 360° die östliche Länge der Morgenlichtgrenze; zwischen 270° und 180° bedeutet ihr Überschuß über 180° die westliche Länge der Abendlichtgrenze; zwischen 180° und 90° bedeutet ihre Differenz mit 180° die östliche Länge der Abendlichtgrenze. — Obige 149,0° passen in den letzten Fall; die Differenz mit 180° ist 31,0°, und somit liegt die Lichtgrenze nach Mitternacht M. E. Z. am 16. Juni 1906 bei 31,0° östlicher Länge im abnehmenden Monde und kann nur etwa um 2—3 Uhr früh gut beobachtet werden.

II. Augenschein und Wirklichkeit.

Wir haben schon die interessante Tatsache erwähnt, daß es selbst dem Altertume möglich war, auf eine Rauhigkeit des Mondes zu schließen, da zufällig nahe der Mondmitte Verhältnisse bestehen, welche eine sehr bedeutende Schattenentwickelung ermöglichen und somit durch die gerade noch erkennbare Unregelmäßigkeit der Lichtgrenze verraten werden. Es leuchtet ein, daß ein Gebirgszug, welcher etwa von Südosten gegen Nordwesten zieht und auf der von der Sonne abgewendeten Seite steilen Abfall hat, bei Sonnenaufgang riesige Schatten gegen Osten (im Sinne der Orientierung der Mondkarten) werfen muß, wobei seine östlichen Ausläufer als hervorragende Marken weithin schon im voraus beleuchtet sein können, ehe das tiefer liegende Gebiet von der Sonne getroffen wird. Eine solche Situation, wo neben ungeheuer lang und breit entwickelten Schatten ebenfalls mächtige Höhenerleuchtung liegt, ist tatsächlich im Apenninenzuge (vgl. unsere Abb. S. 16) vorhanden und war den Alten in einer richtigen Folgerung nicht verborgen geblieben. Die Vermutung kann aber nur bei Anwendung optischer Instrumente zur Gewißheit werden und wir wollen deshalb sehen, auf welche Weise dieselben uns so wichtige Dienste leisten.

Die „Vergrößerung" der Fernrohre ist gleichwertig mit dem Begriffe „Annäherung"; setzen wir eine normale Sehweite für das Betrachten von Dingen an, die man etwa in der Hand halten kann, z. B. die Schrift eines Buches; wir nehmen wiederum der Bequemlichkeit halber 25 cm als Maßwert für dieselbe an. Haben wir nun eine Linse, deren Bildabstand auch 25 cm ist, so können wir sagen, daß ihre (auf Ölpapier oder einer matten Glasplatte

auffangbaren) Bilder uns in normaler Sehweite und somit ohne Vergrößerung erscheinen, sei das eine Landschaft oder ein Objekt am Himmel. Wir sehen nun ein, daß eine flachere Linse, deren Bildweite 50 cm beträgt, eine doppelte Größe der Objekte (2fache Vergrößerung) erzielen muß, und daß man schon allein mit einem Brillenglase von 4 m „Brennweite" eine 16fache Ausdehnung des fernen Objektes erhalten wird, denn 400 cm : 25 cm = 16. Die seinerzeit hauptsächlich in Italien hergestellten Gläser von sehr großem Bildabstande haben also unmittelbar, ohne weitere Linsen schon Vergrößerungen von 30, 40 und wohl mehr bewirkt. Nimmt man nun noch „kurzbrennweitige" Linsen (Lupen) zu Hilfe, so daß das zu betrachtende Brennpunktbild hinter dieser Lupe liegt, so gilt der Satz, daß deren Vergrößerungskraft allein gleich ist der Zahl, welche man aus 25 cm und den Zentimetern ihrer Brennweite durch Division erhält; wenn also eine Lupe 5 cm Bildabstand hätte, ergäben sich 25 cm : 5 cm = 5fache Vergrößerung. Diese Lupe in Verbindung mit vorerwähntem Brillenglase von selber 16facher Vergrößerung würde das Luftbild in 4 m Abstand nochmals verfünffachen, weshalb das Auge, durch die Lupe sehend, den entfernten Gegenstand in 80maliger Vergrößerung (oder „Annäherung") erblicken würde. Die erzielte Wirkung ist also gleich einer Reise gegen das Objekt — hier gegen den Mond — hin, ohne daß man sich von der Stelle begibt. Ein Opernglas mag 2mal „vergrößern"; wenden wir es auf den Mond an, so ist der Effekt der, als ob dieser nicht mehr 400000 km, sondern bloß noch 200000 km entfernt wäre, denn wir können uns vorstellen, wir wären auf „2mal geringerem Abstand" (= $^1/_2$) dem Monde näher gerückt. Ein modernes Prismenfernrohr mit 5facher Vergrößerung brächte uns den Trabanten auf 80000 km nahe, ein terrestrisches Rohr mit 20facher Vergrößerung auf 20000 km, ein astronomisches mit 100facher Vergrößerung gar bis auf 4000 km; die Astronomen an Rieseninstrumenten können sich gelegentlich — was wohl das denkbar Äußerste, aber leider nicht das Beste ist, was menschliche Kunst in dieser Richtung vermag — den Luxus einer 4000fachen Vergrößerung erlauben,

und sehen dann den Mond bis auf die scheinbare Distanz von 100 km nahegerückt.

Wenn man so auf die ungefährlichste Weise Reisen gegen die nächstvorhandene Welt ausgeführt sieht, so ist zu verstehen, daß man wirklich ziemlich tief in die Geheimnisse ihrer Außenseite eingedrungen ist. Die Zweifler freilich, welche sich nicht selbst von den Vorteilen und dem Gewinne einer solchen in Gedanken ausgeführten Annäherung überzeugt haben, schütteln ungläubig die Köpfe und weisen abwehrend darauf hin, daß man doch für gewöhnlich auf diese äußerste Annäherung verzichten müsse und selbst z. B. der Brocken vom Inselsberge aus, oder die Zugspitze von München aus recht unansehnliche, verschwommene Schattenrisse seien. Demgegenüber muß darauf hingewiesen werden, daß man aber dennoch auch vom badischen Feldberge aus den Mont Blanc erblickt (245 km) oder vom Monte Viso die Berge auf Korsika (300 km) usw.; ebenso ist das Sehen in wagerechter Richtung durch die dichtesten und unreinsten Schichten der Luft vom Sehen in die Höhe völlig verschieden. Zwar ist gerade die Höhe der Luft unbestimmbar groß, aber ihre Dichte nimmt aufwärts beständig und sehr rasch ab, ihre Klarheit also rasch zu.

Eine Überlegung mit einfachen Zahlen möge hier Aufklärung geben! Wir wissen längst, daß an den Meeresküsten ein Luftdruck herrscht, der dem Gewichte einer Quecksilbersäule von 760 mm das Gleichgewicht hält; ferner wissen wir, daß man sich um rund 10 m erheben muß, um diesen Druck um 1 mm zu vermindern. Daraus folgt, daß man, wäre die ganze Atmosphäre von unten bis oben gleich dicht, wie etwa eine Glasschichte, $760 \times 10\,m = 7600\,m$ hoch steigen müßte, um an ihre Grenze zu kommen. Im Rohen ist also das Sehen senkrecht durch die ganze Atmosphärendicke ungefähr gleich dem horizontalen Sehen auf 7,6 km Entfernung. Nun ist verständlich, warum die Berge auf 20, 50 und mehr km Abstand so wässerig blau aussehen und gar auf 200 und 300 km hin nur noch wie blasse Schatten. Das teleskopische Sehen hat aber nicht bloß den Vorteil, daß es außerirdische Körper mit verhältnismäßig geringem Lichtverluste zeigt — auch aus Gründen der größeren Luftreinheit —, es ist

an sich auch ein wesentlich schärferes, wobei es wohltuend empfunden wird, daß die Begrenzung des Sehfeldes und vielleicht gar des Gegenstandes eine äußerste Konzentration der Aufmerksamkeit auf eine ganz kleine Fläche ermöglicht, welche denn auch bis ins Kleine hinein ausgekundschaftet werden kann. Es ist darum freilich erstaunlich, wie tief man auf diese Weise in die Mondwelt eindringen kann. Wir sehen von einem Pünktchen schon annähernd, ob es rund oder länglich ist, wenn es nur $^1/_{10}$ mm Durchmesser hat; diese Größe auf die Erforschung des Mondes übertragen, ergibt die folgende hochinteressante Betrachtung. Der Verfasser arbeitet meistens mit 200facher Vergrößerung und würde also 200mal kleinere Dinge als jenes Stäubchen noch sehen können; jenes erscheint dem Auge unter einem Sehwinkel von $1^1/_4$ Bogenminuten; also würde bei Vergrößerung 200 das Maß nur 0,375″ (Bogensekunden) sein müssen, um noch genähert eine Gestalt erkennen zu lassen. Auf dem Monde bedeuten aber 0,375″ in günstigem Falle nur 580 Meter! Also sind selbst mit bescheidenen astronomischen Mitteln und mit mäßiger Vergrößerung Hügel von nur 580 m Durchmesser zu erkennen. Wir haben uns ferner zu erinnern, daß Höhen gelegentlich riesige Schatten werfen. Ein Berg von nur 2000 m Höhe kann einen Schatten von 100 km hinter sich zeichnen und folgerichtig ein Hügel von 20 m Höhe (vierstöckiges Haus!!) einen solchen von 1 km. Das sind also Dinge, die unter Umständen schon in das Bereich des bescheidenen Observatoriums bei Landstuhl fallen! Es sei hier nur noch angedeutet, daß es einem auf diesem Felde geschulten Auge nicht unmöglich wäre, an einem Riesenfernrohre erhabene Bildungen auf dem Monde von der Größe unserer modernen Schulhäuser in Großstädten zu sehen. Demgegenüber ist dasjenige Detail, welches auf dem am nächstbesten zugänglichen Planeten, dem vielbesprochenen Mars, seit Schiaparellis epochemachenden Entdeckungen erkannt worden ist, äußerst dürftig, wie die Marsabbildung nebenstehend unmittelbar ausweist. Was das Auge am Monde in 400000 km Entfernung erkennen kann, ist vieltausendmal zahlreicher und wesentlich sicherer verbürgt als feine Details auf dem klein aus-

sehenden Mars in bestenfalls 135mal so großer Entfernung. Wenn also in dem nachfolgenden Abschnitte die Formen der Oberfläche einer fremden Welt so leichthin geschildert werden, als sei die Überwindung der paar hunderttausend Kilometer, die uns von ihr trennen, eine Kleinigkeit, so mußte vorher auch das Vertrauen auf diese Angaben gestärkt werden; nichts ist ja weniger wert, als in außerordentlichen Verhältnissen alles auf Treu und Glauben nehmen zu müssen; und nichts festigt ein freudiges

Fig. 14. G. V. Schiaparelli, gewes. Direktor der Sternwarte in Mailand.

Interesse an Tatsachen mehr als die Kenntnis des Weges, der zu ihnen führte.

2. In Ermangelung des unmittelbaren Anblickes der Mondlandschaften im Fernrohre begnügen wir uns mit den Abbildungen, welche wir der treu überliefernden Photographie verdanken. (Vgl. das Bild der „Apenninen".) Als neuartig tritt uns der harte, durch die Tiefe der Schatten bedingte Charakter der Landschaften entgegen. Wir sind gewohnt, alle möglichen Stufen der Beleuchtung an ein und demselben Körper unserer Umgebung vertreten zu sehen vom grellen Lichtreflexe bis zum tiefen Schatten; nur die absolute Schwärze mangelt, weil auch in ver-

borgene Winkel und Falten noch zerstreutes Tageslicht eindringen kann. Wir reden von Körperschatten, welcher die Rundung und Tiefenausdehnung leicht auffaßbar macht, und von Schlagschatten, welcher als mehr oder weniger dunkler Fleck von ähnlichem Umrisse wie der Körper selbst auf der dem Lichte abgewandten Seite entsteht. Beides aber gibt es auf dem Monde nicht in der

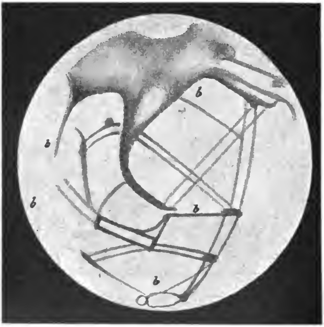


Fig. 15. Mars am 5. Juni 1888 (Zentralmeridian = 300°) von Schiaparelli.

gewohnten Form; nur ein auf schräger Beleuchtung beruhendes Halblicht neben dem Vollichte geradenwegs bestrahlter Flächen bringt eine Abstufung von geringer Tiefe hervor; alles andere ist nachtdunkel, ja schwarz; eine Dämmerung gibt es so gut wie gar nicht. Dieses Umstandes wegen zeigen die Mondbilder eine ungewohnte Härte und Kälte des Tones. Man muß sich aber trotzdem belehren lassen, daß die weißlichen Partien der Bilder noch lange nicht strahlendes Licht und die schwärzlichen noch

ebensowenig tiefe Nacht sind, wie am wirklichen Monde: dort grenzen blendendes Leuchten und tintenschwarze Finsternis hart aneinander. Andererseits ist eine Übertreibung des Charakters der Mondplastik vorhanden, die in einem so hohen Maße auf ihre wahre Größe zurückgeführt werden muß, daß schon Zahlen- und Figurenbeispiele nötig sind, um die richtigen Vorstellungen vom Bau der Mondgebirge gewinnen zu können. Die vorherrschenden Formen sehen alle aus wie Kraterschlünde oder wenigstens stark vertiefte Kessel mit sehr ausgeprägten Randwülsten. Schon die ersten Beobachter übernahmen den Eindruck in die Sprache, und so schleppen wir heute noch falsche Begriffe in den Bezeichnungen für die Gebilde nach. Die Rundformen des Mondes sind keine Schlünde, keine Kessel, ja, nicht einmal Senken etwa von den

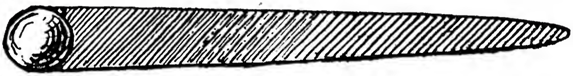


Fig. 16. Schatten einer halben Erbse bei schräger Beleuchtung.

Verhältnissen eines Suppentellers; wenn ja so stark vertiefte Niederungen vorkommen, so sind sie unter den allerkleinsten Ringlein zu suchen, welche unsere Bilder noch zeigen; selbst die Eintiefung eines flachen Desserttellers ist noch viel zu groß, um die Verhältnisse der großen und mittleren Rundbildungen auf unserem Trabanten wiederzuspiegeln. Und den Widerspruch zu lösen, welcher diese Behauptung und den Anblick der Mondlandschaften voneinander zu trennen scheint, greifen wir auf ein instruktives Experiment von Nasmyth und ein paar Zahlenbelege zurück: Der englische Mondforscher photographierte den Schatten, den eine halbe Erbse unter sehr schräger Beleuchtung warf und bekam eine Länge desselben vom 6fachen des Durchmessers; man könnte auch einen 20- und mehrfach längeren Schatten auf diese Art gewinnen; man sieht daraus, daß die Schattenlänge für die absolute Größe einer Ausdehnung nicht allein maßgebend ist. So scheint auch bei den „Kratern“ der Schatten nur einen Schlund auszufüllen. In Wahrheit ist der „Schlund“ in vielen

Fällen so unglaublich flach vertieft, daß das Auge eines Beobachters von einer Kammlinie aus kaum die ganze gegenüberliegende Wallseite sehen könnte, weil nämlich die „flache" Tiefe im Sinne der Wölbung der Mondkugel dazwischen etwas aufgetrieben ist und somit den jenseitigen Wall teilweise verdeckt. Diese an sich kaum verständliche Sachlage muß die Ziffer und die Abbildung glaubhaft machen. (Vgl. die Profile von Mondformen!) Eine der größten Senken („Clavius" benannt) hat einen Durchmesser von rund 230 km, wobei der Wall im Westen eine Spitze (also nicht mittlere Kammhöhe!) von 5000 m aufweist; im Osten ist die Höhe im allgemeinen bedeutender als jen-

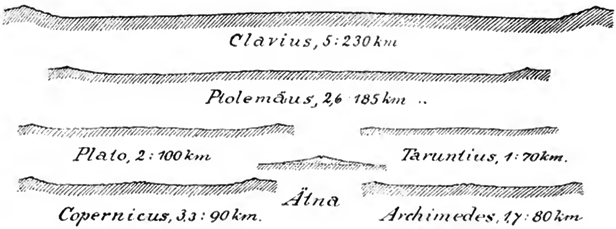


Fig. 17. Kraterprofile im natürlichen Verhältnis.

seits und erreicht auch 5000 m; demnach ist das Verhältnis von Höhe und Durchmesser 5:230, die Höhe vom Dm = 2,2%. Eine andere umwallte „Tiefe" („Ptolemäus") mißt 185 km und hat 2600 m Höhe im Westen, 1200 m Höhe im Osten; hier sind die Höhen vom Dm = 1,4% beziehungsweise 0,65%. Eine dritte Formation („Plato") von 100 km Dm und 2000 bis 2200 m Gipfelhöhen besitzt dementsprechend eine Plastik von 2% bzw. 2,2%. Eine vierte Formation („Copernicus") von 90 km Dm weist Gipfel von 3300 m auf: Plastik von 3,66%. Eine fünfte Wallebene („Archimedes") von 80 km Dm und Höhen von im Mittel 1700 m besitzt eine Plastik von 2,1% und endlich ein sechster „Krater" („Taruntius") von 70 km Dm und im Osten 1000 m Höhe eine solche von 1,4%. Selbst ein Dessertteller von 13 cm Dm (ohne Rand) und 7 mm Tiefe hat eine dop-

pelt so starke Einsenkung als die stärkste vorstehend genannte.

Der geringen absoluten Tiefe aber entsprechen auch mäßige Böschungen. Schon Jul. Schmidt hat sich mit diesem Merkmale der lunaren Gebirge beschäftigt und aus seiner Erfahrung heraus mitgeteilt[36]), daß „nur selten Steilheiten von 60° oder darüber vorkommen; sie sind dann auf geringe Strecken beschränkt (höchste Kammlinien, der Verf.). Dagegen trifft man Neigungen von 25° bis 45° sehr häufig. Die meisten Krater haben an ihrem äußeren Abfalle Neigungsflächen von 3°—8°, während ihr innerer Absturz 25°—50° beträgt. Isolierte Berge, wie Pico und viele ähnliche sind ungefähr so steil wie die irdischen Vulkane, aber oft genug auch weniger steil. Senkrechte Bergwände oder Kraterwälle von einiger Ausdehnung sind auf dem Monde nicht vorhanden."

Der Verfasser hat in diesem Punkte systematische Beobachtungen angestellt und dabei die folgenden Resultate gefunden. Da Schmidts Ermittelungen auch von dem englischen Vertreter der Mondkunde im Jahre 1881 noch als sehr annehmbar bezeichnet wurden, wiewohl er selbst meinte, „es scheint eine mittlere Neigung der Innenwälle von 8°—12° gegen den Fuß und von 15°—25° in der Höhe des Gipfels am genauesten den wahren Verhältnissen zu entsprechen", so entschloß sich der Verfasser, einmal umfassende Beobachtungen anzustellen, um eine größere Sicherheit an Stelle der Meinungen zu bringen[37]). Es wurden im Laufe vieler Monate zusammen 1065 Maßwerte am Fernrohre gesammelt, die sich bei der nachträglichen Ordnung und Berechnung als auf 687 Ringformen bezüglich erwiesen. Eine Gruppierung der bei diesen 687 Formen gefundenen Neigungswinkel der inneren, steileren Wallseiten ergab in 112 Fällen, daß dieser Winkel wesentlich größer als 17,5° sein müsse, in 290 Fällen ein wenig größer als 22,25°, in 256 Fällen 23,5° genau, in 16 Fällen wenig kleiner als 23,75°; der Rest (13 Fälle) sind vereinzelte Ausnahmen von der Regel gewesen. Jedenfalls kann kein Zweifel mehr bestehen, daß die Gesamtneigung der inneren Wallseiten lunarer Rundgebirge — vom Kamm bis zum Fuß

gerechnet — im Durchschnitte 22°—23° beträgt, ein Wert, den jedermann an den Hängen der heimatlichen Berge wiederfinden kann. Selbstverständlich gibt es aber am Monde ebenso wie an irdischen Höhen große Abweichungen von diesem Mittelwerte; es galt daher auch zu untersuchen, in welchem Verhältnisse die Größe einer Rundform zu ihrer Tiefe, vielmehr zur Steilheit der Abhänge stünde. Man wußte längst aus dem bloßen Augenscheine, daß große Ringe ziemlich sanft geböscht seien, kleine aber recht steilrandig; aber es fehlte an zahlenmäßigen Belegen. Aus des Verfassers vorhin genannter Arbeit mit Hinzuziehung der Durchmesser der Mondringe ergaben sich diesbezüglich folgende Resultate: Unter den gemessenen Objekten hatten die bis zu 10 km Dm 33,1° Neigung, die bis 20 km 34,2°, die bis 30 km 33,8°, die bis 40 km 21,4°, die bis 50 km 24°; bis zu 70 km Dm hatten sie 15,5°, bis 100 km 14,2° und die paar größten über 100 km Dm 11,6° Neigung im Mittel. Die Verwandtschaft der drei ersten Gruppen fällt sofort auf und es ist erlaubt, den Ringgebirgen bis 30 km Dm eine mittlere Neigung von 33,5° zuzuschreiben; beide folgende Gruppen rechtfertigen ebenfalls eine Vereinigung, derzufolge die Ringwälle von 30—50 km Dm 22,7° innere Böschung haben; wieder die zwei nächsten Gruppen zusammen — Dm von 50—100 km — ergeben 14,8° Neigung, und die Gruppe der größten Wallebenen steht mit der geringsten Neigung ihrer Innenwände von 11,6° allein für sich da. Hiermit ist nicht nur eine zahlenmäßige Bestätigung des Augenscheines gewonnen, sondern auch innerhalb des Wechsels der Größen eine zweimalige auffällige Abstufung an den Tag gebracht, deren unscheinbare Lehren besonders denen wichtig sein müssen, die auf Selenologien sinnen.

Im Zusammenhange mit diesen Untersuchungen ließ sich eine dritte erledigen, welche sich auf die Verteilung der Ringformen des Mondes nach ihrer Größe bezog. Wie schon nach dem Augenscheine die größten Gebilde naturgemäß die flachsten waren, so schienen sie auch als am sanftesten geböscht, was ja die obigen Zahlen bestätigen, und endlich waren sie auch am seltensten vertreten; von kleinsten Kraterformen gab es eine Unzahl. Die

Frage war, ob auch hier ein statistischer Anhaltspunkt gefunden werden könne, der, wie im Falle der Böschungen gewisse Dimensionen als näher verwandt verrate. Die einförmige Messungsarbeit erstreckte sich auf 2154 Formen und ergab nach mehrfacher Gruppierung in der Tat etwas Derartiges. Es war natürlich von vornherein weder beabsichtigt, noch nötig, die kleinsten Ringwälle („Krater"), deren Zahl ja erfahrungsgemäß in die Zehntausende geht, zu zählen; Verfasser begann bei jenen Formen, die noch nicht ganz 5 km messen und nahm deren 700 mit, wie die Zusammenstellung zeigt; das übrige Ergebnis lehrt die Tabelle:

Dm	— 5 km	— 10	— 15	— 20	— 25	— 30	— 35
Zahl	(700)	630	268	144	75	62	45
Dm	— 40	— 45	— 50	— 60	— 70	— 85	— 100
Zahl	51	37	22	33	24	21	16

Die Gesamtzahl aller über 100 km großen umwallten Ebenen beträgt nur 26. Die absolute Zahl der Kraterformen auf der sichtbaren Halbkugel des Mondes nimmt von den kleinsten Objekten an sehr rasch ab; von 25 km Größe an ist diese Abnahme der Anzahl eine sehr mäßige und stetige; die Schwankungen in diesem letzten Ast der Kurve sind wohl selenologisch bedeutungslos, nicht aber der Übergang von hohen Zahlen zu stetigen; auch hier steckt etwas verborgen, was nicht Zufall sein kann. Waren Meteorstöße die äußeren Anlässe zur Entstehung dieser Fallspuren, wie manche glauben, so muß ein riesiges Anwachsen der Meteorfälle stattgefunden haben; wo sind diese heute? — War die vulkanische Wirkung schuld, so muß sie zum Schluß ihrer Kraftäußerungen tausendfacher Ventile bedurft haben. Auch die statistische Gesetzmäßigkeit sträubt sich also, den hergebrachten selenologischen Lehren ihre Anerkennung zu zollen.

3. Nach dem Vorausgegangenen hätten wir ein bequemes und hervorragend lehrreiches Mittel an der Hand, den Mond zu bereisen, wenn wir uns ihm schrittweise auf die Hälfte, ein Zehntel, ein Hundertstel seiner Entfernung nähern wollten, indem wir ihn mit dem Opernglas, dem terrestrischen oder astronomischen Fernrohre mustern. Indem wir diesen für den speziell Interessierten einzig ersprießlichen Gang den Besitzern solcher Hilfsmittel überlassen, betrachten wir an der Hand unserer Bilder und Karten die Ergebnisse einer jetzt mehr als hundertjährigen Anstrengung der Beobachter unseres Erdbegleiters. Wer sich über kleine Züge seiner Topographie ähnlich unterrichten will, wie es mittels Karten und Lehrbüchern in der Geographie möglich ist, findet in dem Mondwerke des Engländers Neison[38]) in umfänglicher Weise sowohl Beschreibung als Abbildung vor. Für unseren gegenwärtigen Zweck aber wollen wir bei allem Eingehen auf die Eigenart des ganzen Körpers wie seiner ihm aufgeprägten Charakteristiken doch die Statistik und trockene, lexikale Aufzählung zurücktreten lassen hinter die Darbietung von Bildern aus einer Bereisung des Mondes und hinter Betrachtungen über die von den irdischen so stark abweichenden Verhältnisse unserer Nachbarwelt.

Schon der erste Anblick des Mondes bewirkt, daß das Auge suchend über seine Fläche schweift, um eine Übersicht über die Menge gleichartiger Gebilde zu bekommen; wir bestreben uns unwillkürlich, eine Wahl unter Verwandtem zu treffen, damit das Auge an den Ruhepunkten haften und sie genauer auffassen könne, denn tatsächlich sieht der narbenreiche Mond aus wie besäet mit großen und kleinen Ringen, die in und nahe der Scheibenmitte kreisförmig, gegen den Rand hin elliptisch erscheinen, und zwar mit um so kleinerer kurzen Achse, je schräger sie sich in äußerster Randnähe unserem Blicke darbieten. Gegenüber dieser überall auftauchenden Rundung der Formen ist dasjenige erhobene Gebiet, welches sich mit dem Begriffe Gebirg nach irdischem Vorbilde bezeichnen läßt, sehr gering an Ausdehnung in der Fläche, wenn auch nicht in Höhenrichtung. Die Zahl der Rundformen ergibt für das Auge des

Laien, der daran noch nicht gewöhnt ist, den Eindruck eines schwer zu lösenden Wirrwarrs von Formen, die stellenweise so wenig Platz nebeneinander gefunden haben, daß sie sogar in- und aufeinander geschoben erscheinen. Solcher Häufungen, Verschlingungen und Ketten gibt es viele; und wenn das Auge sich ein wenig orientiert glaubt, treten in den Bereich des allmählich geschulten Blickes neue, kleinere, vorher nicht wahrgenommene Kraterchen, ja, stellenweise erscheint der Mondboden geradezu siebförmig durchlöchert zu sein. Wären nicht auch ausgedehnte und wohlbegrenzte Ebenen vorhanden und schlössen sich nicht die Scharen kleiner Wälle gleich Parasiten an größere Objekte an, so daß wir schließlich trotz einer verwirrenden Anzahl und Regellosigkeit imstande wären, die Eindrücke gruppenweise aufzunehmen, wir würden zweifeln, ob es mit Erfolg gelingen möchte, von dieser Unzahl gleichgebildeter Runzeln, Löcher, Adern und Berge eine zuverlässige Karte zu entwerfen. Unsere Figuren geben ja nur einen schwachen Eindruck des wahren Mondbildes, denn die stark verkleinerten Abdrücke der photographischen Aufnahmen enthalten nur noch Formen, deren Größe schon etwa 15 km betragen muß, um sie als „Kraterchen" erkennen zu lassen. Wir sind aber auch in der Anschauung nur dieser Bilder überzeugt, in dem Monde etwas vor uns zu haben, was mit unserer Erde nicht ohne weiteres verglichen werden kann; er ist im wahren Sinne des Wortes eine andere Welt.

Die „gebirgsbildenden Kräfte", welche die Höhen der Erde schufen und deren äußere Schichten falteten, verraten sich nicht einmal in den ähnlichen Gebirgen des Mondes, abgesehen von den Ringen; jene haben so gut wie kein Gegenstück auf unserem Planeten, besonders wenn man Bau und kleinere Züge untersucht, und diese finden auf der Erde überhaupt nichts Ähnliches. Wohl ist der erste Eindruck verführerisch, so daß man dem Worte „Krater" auch den landesüblichen Begriff als eines vulkanischen Schlundes unterlegen möchte, zumal in sehr vielen Fällen außer der Hauptform der Wallbildung auch eine zentrale Erhebung zu finden ist, welche ja bei irdischen Vulkanen als ein gewöhnliches Merkmal des Kraterkessels gilt. Solange von der wahren

Ausdehnung und besonders von den Verhältnissen der Plastik dieser Ringwülste nur unklare Vorstellungen bestanden, konnte die Bezeichnung als „Krater“ unbesehen Geltung behalten; heute darf man sie höchstens beibehalten als bloßen Ausdruck der typischen Form, denn irdische und lunare „Krater“ sind bei genauerem Zusehen so verschieden als möglich. (Vergleiche die Profile.)

Um sich bei wiederholten Betrachtungen des chaotischen Monddetails selbst zurechtzufinden und anderen Beobachtern Mitteilung des Geschauten zu ermöglichen, hat man schon bald nach Erfindung des Fernrohres eine Benennung der hauptsächlichsten Gebilde vorgenommen. Schon zwischen 1620 und 1640 führte Langrenus die Namen berühmter Männer in seine Karte ein; da aber sein Werk in Vergessenheit geriet, so konnte Hevelius in Danzig eine neue Nomenklatur festsetzen, indem er gewisse ähnliche Züge zwischen den Mond- und Erdgebirgen als Anlaß nahm und geographische Namen auf den Mond verpflanzte. Kaum waren vier Jahre nach dem Erscheinen der Danziger Arbeiten (1651) vergangen, da brachte auch Riccioli in Bologna seine Mondkarte in die Öffentlichkeit; er griff wieder auf Langrenus' Plan zurück und benannte die Mondflecke wieder mit den Namen der ausgezeichnetsten Astronomen oder Mathematiker. Nur die von Hevelius „Meere“ genannten Ebenen ließ er gelten, gab ihnen aber Bezeichnungen, welche die verschiedenen astrologischen Einflüsse kennzeichnen sollten, die angeblich vom Monde ausgingen; seine Vertauschung der Gebirgsnamen mit „Terrae“ hat sich aber nicht erhalten, so daß hier Hevelius' geographische Namen (z. B. Alpen, Apenninen) bis heute in Gebrauch geblieben sind. Es ist klar, daß die ersten Selenographen mit ihren unzulänglichen Mitteln nicht allzu tief in die Geheimnisse der äußeren Gestaltung unseres Trabanten eingedrungen sind; so war auch ihrem Bedürfnis der Namengebung bald genügt. Mit der Verbesserung der Fernrohre und damit der Erweiterung der Kenntnis der Einzelheiten ergab sich die Notwendigkeit neuer Titel zum Zwecke besserer Orientierung. So mußte Schroeter die Liste vermehren, und gar Beer und Mädler führten 150 neue Benen-

nungen ein, sowohl von Naturforschern für die Ringgebilde, als von irdischen Gebirgen für die übrigen hervorstechenden Höhen. Sie mußten aber auch Schroeters weitere Neuerung ausbilden, die darin bestand, daß Objekte in der Nähe einer benannten Form mit Buchstaben an diese angeschlossen wurden. Damit ist einer weitgehenden Orientierung Genüge geleistet, zumal die einfachen Höhen griechische Buchstaben, Vertiefungen und Krater aber römische erhielten; große Buchstaben zeigen zudem an, daß das betreffende Objekt einen Vermessungspunkt bedeutet. In der Folge glaubte eine nach kurzer Tätigkeit vor dreißig Jahren wieder eingeschlafene „British Association" ein neues System einführen zu sollen, das so unübersichtlich wie möglich war, aber freilich erlaubt hätte, eine Unmenge Details zu bezeichnen. Der Mond sollte in vier Quadranten geteilt sein, jeder Quadrant in 16 Abteilungen, jede wieder in 25 Einzelflächen; die Abteilungen hätten lateinische, die Flächen griechische Buchstaben bekommen, und in letzteren wäre jedes Objekt mit einer Zahl zu bezeichnen gewesen. So hätte man etwa einen kleinen Krater mit I A o 16 als das Objekt 16 in Fläche o (Omikron) der Abteilung A im ersten Quadranten bezeichnet. Man dachte sich eine Mondkarte von 2,5 m Durchmesser, auf welcher die Flächen also Quadrate von gut 6 cm Seitenlänge gewesen wären. Ein ähnlicher Plan der Einteilung der Mondkartenfläche ist neuerdings wieder aufgetaucht. Trotzdem sind auch von seiten der Engländer und anderer Beobachter neue Namen nach dem alten System je nach Bedarf hinzugefügt worden und Schmidts große Karte hat dasselbe beibehalten.

So sehr es notwendig war, in der Benennung eine Einheitlichkeit zu bewahren, so wenig ist es notwendig, eine strenge Klassifikation der Formen vorzunehmen. Wir haben schon darauf hingewiesen, daß die Namen, welche für die Gestalten der großen und kleinen Rundbildungen angewendet werden, nur Formbezeichnungen sein können, die noch nichts von dem Wesen des betreffenden Gebildes verraten. Wenn ein irdisches Gebilde „Bergkegel" heißt, so können wir uns dessen ungefähre Gestalt vorstellen; wenn es aber „Vulkan" genannt wird, so verbinden

wir mit diesem Begriffe zwar auch gewöhnlich die Vorstellung der Kegelform, jedoch wollen wir zunächst durchblicken lassen, daß dieser Kegel eine ganz besondere geologische Bergart sei, die eine ganz bestimmt zu formulierende Entstehungs- und Entwickelungsgeschichte hinter sich hat. Anders am Monde. Dort können wir, die wir darauf angewiesen sind, alles aus respektabler Entfernung zu besehen, nicht ohne weiteres beurteilen, was die Dinge sind, sondern nur, wie sie sich dem Auge in großen Zügen darbieten. Jeder Laie, welchem soviel Fähigkeit innewohnt, daß er räumliche und körperliche Größen aus der Verteilung von Licht und Schatten auffassen kann, ist imstande, eine ganze Reihe von Mondformen etwa als Löcher, Schlünde, Kessel usw. zu bezeichnen. Tritt zu dieser Erkenntnis des Tiefliegens innerhalb irgendwie gestalteter Ränder die bewußte Vorstellung, daß diese Dinge außerordentlich flach sind, so kann wiederum jeder Laie mit Worten, wie Senke, Niederung, Eintiefung, Teller, flacher Teller und ähnlichen nicht bloß den Gegenstand an sich richtig benennen, sondern sogar mit einem ihm von Rechts wegen zukommenden treffenden Merkmale bezeichnen. Nachdem wir bereits mehrfach erwähnt haben, daß in der Selenographie die Bezeichnung „Krater" von Anfang an üblich gewesen und bis heute erhalten geblieben ist, so dürfen wir zunächst die Frage aufwerfen, inwieweit der Name der Sache entspricht. Wir wissen aus vorangegangenen Betrachtungen schon, daß er leider dem Wesen der lunaren Gebirgsformen nicht angemessen ist, sondern nur einer flüchtig aufgefaßten, rein äußerlichen Eigenschaft zuliebe gewählt wurde, wobei noch keinerlei Bedenken bestanden, dem Augenschein zu mißtrauen. Wer heute den Ausdruck „Krater" verwendet, muß sich aber bewußt sein, daß er ein zur reinen Formbezeichnung verflachtes Wort gebraucht.

Wir wollen zum Verständnis, wie die Mondforscher sich geholfen haben, verschiedene gleichartige Bildungen ausdrücklich zu unterscheiden, der Klassifikation des Engländers Neison folgen[39]. „Die ganze sichtbare Oberfläche des Mondes kann ihrer verschiedenartigen Beschaffenheit nach in drei große Klassen geteilt werden: Ebenen, Krater und Berge, wobei die Bezeich-

nung Krater nur in ihrem gewöhnlichen, konventionellen Sinne gebraucht ist. Die erste Klasse, welche mehr als die Hälfte der ganzen Mondoberfläche einnimmt, läßt sich in die zwei großen Unterklassen der dunkeln und der hellen Ebenen teilen. Die erste derselben umfaßt die sogenannten Mare nebst den kleineren Formationen, für welche die Namen Palus, Lacus und Sinus (Sumpf, See, Bucht) in Anwendung gebracht worden sind, während die in die letztere Klasse gehörigen Formationen keine besonderen Namen erhalten haben und selten so bestimmt begrenzt erscheinen, wie die der ersteren. Unter dem Namen Krater ist in Übereinstimmung mit dem konventionellen Gebrauche des Wortes die ganze Masse derjenigen Formationen des Mondes zusammengefaßt worden, welche bei der Beobachtung mit einem schwachen Instrument von geringer Öffnung einen unseren vulkanischen Kratern ähnlichen Anblick zu gewähren scheinen, obgleich sie von der verschiedenartigsten Natur sind und in den meisten Fällen durchaus keine Berechtigung zur Tragung dieses Namens besitzen. Diese Formationen zerfallen in neun Klassen, und zwar in Wallebenen, Bergringe, Ringebenen, Kraterebenen, Krater, Kratererhebungen, Kraterhöhlungen, Kraterkegel und Vertiefungen; jede derselben besitzt besondere Züge, obwohl die Unterscheidungen im einzelnen notwendig etwas willkürlich sind. Die Bergformationen können gleichfalls bequem in zwölf Klassen geteilt werden, nämlich in die großen Ketten, Hochländer, Gebirge und Bergspitzen als die bedeutenderen Erhebungen; Hügelländer, Plateaus, Hügel und Bergrücken als die weniger hohen, während die zahlreichen kleinen Unregelmäßigkeiten der Oberfläche die vier Abteilungen: kleine Hügel, Wälle, Rücken und Bodenanschwellungen bilden." Die Neisonsche Namenskala entspricht, mit der bezüglich der „Krater" gemachten Anmerkung, ungefähr dem, was schon Dugald Stewart aussprach (Motto Mädlers an der Spitze des Kapitels „Topographie" usw.): „Erscheinungen sollten immer in Ausdrücken beschrieben werden, welche keine Meinung über ihre Ursachen involvieren. Diese gehören einer gesonderten Untersuchung an und werden am besten

verstanden, wenn man die Tatsachen aufrichtig hingibt, unabhängig von etwas, das zunächst als unbekannt betrachtet werden muß. Diese Regel ist besonders wichtig, wenn die Tatsachen in gewissem Grade kompliziert sind." Man hat das nicht immer berücksichtigt, weder im Falle der „Mondkrater", die schon damals

Fig. 18 Mars am 12. Juni 1888 (Zentralmeridian = 240°) von Schiaparelli.

als Vulkane angesehen wurden, als man kaum imstande war, mehr als ihre Rundlichkeit wahrzunehmen, noch im Falle der „Marskanäle", zu denen zwar wirklich gesehene und vielhundertmal bestätigte weiche Linien und schattenhafte Streifen auf dem Planeten Mars Veranlassung gegeben hatten, die aber erst unter dem Zugeständnis von einer Reihe anderweitiger Zustände und Voraussetzungen als „Kanäle" in unserem Sinne angesehen werden können. Immerhin gefiel sich auch Neison in einer gewissen

Digitized by Google

Spielerei mit Worten, wie die Ausdrücke „Krater", „Krater-erhebung" und „Kraterhöhle", oder „Kleine Hügel", „Rücken" und „Bodenanschwellungen" zeigen. Will man bindende Begriffe von wertvollem, selenologischen Inhalte solange verschieben, bis wir eine einleuchtende Erklärung aller lunaren Formen geben können, so ist jeder geläufige Ausdruck aus der Erdbeschreibung auch am Monde passend und ausreichend.

III. Licht und Farben.

Die scheinbare Ausdehnung der „Ebenen“ auf der diesseitigen Mondoberfläche ist auf den ersten Blick aus den Abbildungen zu erkennen; sie zeichnen sich durch dunkleren Ton und einen geringeren Reichtum an Formen aus, wofür sie Ersatz finden in den mannigfachen Lichtabstufungen und Färbungen ihrer Oberfläche. Neisons Angabe, daß sie mehr als die Hälfte der diesseitigen Halbkugel einnähmen, ist nicht mißzuverstehen. Wir können natürlich die Teile, welche gegen den Mondrand hin gelegen sind, nur in immer wachsender perspektivischer Verkürzung sehen, weil sie einer Kugelfläche angehören. Somit trifft es sich, daß das Areal der grauen Ebenen, auf einer Karte oder Photographie gemessen, zwar 0,4 der Scheibenfläche beträgt, in Wirklichkeit, nämlich einem Mondglobus entnommen, aber weniger. Somit besteht auch in diesem Punkte keine Ähnlichkeit zwischen Erde und Mond, indem die Ozeane der Erde ungefähr 0,7 der Gesamtoberfläche ausmachen; die Ozeane erfüllen zudem überwiegend die Südhalbkugel, während das Lagenverhältnis der Tiefen zu den Höhen am Monde so ist, daß die Ebenen mehr nördlich und nahe dem Äquator liegen. Und was das Gesamtverhältnis lunarer Ebenen zum Hochlande betrifft, so wissen wir über die Verteilung von bergigen und ebenen Strecken auf der jenseitigen Mondhemisphäre gar nichts.

Unter Vorwegnahme einer vorläufigen, wenn auch durch nichts begründeten Annahme hat man die kaum entdeckten detailarmen Flächen „Mare“, Meeresflächen genannt; ihr Name ist ihnen geblieben, weil eben die Erdkarte eine gar verführerische Ähnlichkeit bot, um so mehr, als durch die Lage der Dinge auf

dem Monde im bildumkehrenden (astronomischen) Fernrohre die Verteilung von Höhen und Niederungen ähnlicherweise gezeigt wurde. Aber auch unsere besten optischen Hilfsmittel lassen keine Spur von Wasser oder Wasserwirkungen erkennen. Zwar meinte Chacornac[40]), an starken Instrumenten enthülle eine genauere Prüfung in der Struktur des Mondes viel größere Analogien mit der Erde, als sonst angenommen werde; John Herschel wollte viele Spuren der ehemaligen Wasserbedeckung wie die Formation diluvialer Ablagerung entdeckt haben; und Prof. Phillips[41]) bezeichnete viele Analogien zwischen den vulkanischen Bildungen der Erde und denen des Mondes und fand zahlreiche Andeutungen der Wirkung einer zerstörenden Atmosphäre". Wir wollen gleich bemerken, daß alle drei Genannten nichts weniger sind als Autoritäten, denn die Mondkunde führt keine auch nur nennenswerten Resultate auf sie zurück; daß sie solche „Andeutungen" entdeckten, ist die Folge ihres Suchens; hier wie nirgends ist die Möglichkeit gegeben, alles, was man sucht, auch „angedeutet" zu finden; dazu war der Mond gerade zur Zeit der Genannten noch unbekannt und rätselhaft genug. Den Ebenen haften ungefähr alle die Merkmale an, die große Senkungsgebiete auf der Erde geographisch auszeichnen — nicht geologisch; denn auf der Erde hat das Wasser im Vereine mit der Atmosphäre auf mechanischem und chemischem Wege die harten Züge früherer Zustände gemildert und die Plastik eingeebnet. Im allgemeinen sieht man die sehr vielfältig gefärbten und von Lichtbändern überlagerten, lunaren Ebenen in günstiger Beleuchtung gebeult, geädert, gekörnt und sogar gerissen; an zahlreichen Stellen brechen unvermittelt und ohne sanftere Böschung gegen den Fuß isolierte Zacken, Piks und Bergmassen, ja, sogar kleinere Plateaus durch den flachen Boden, und lagern große und kleine Ringformen in nicht unbeträchtlicher Zahl darauf. Die Flächen als Ganzes betrachtet schmiegen sich wohl der Rundung des Mondes an, aber es scheint außer ganz flach aufgetriebenen Beulen von fast unbestimmbarer Böschung und Basislinie ebensolche Depressionen von einer Flachheit und Verschwommenheit der „Ufer" zu geben, daß sie nur bemerkt werden, wenn die

Sonne gerade über ihnen aufgehen will. Solche Merkmale geringer Unebenheit sind auch heute noch besonderer Untersuchung wert und können nur von einem in Mondbetrachtungen erfahrenen Auge studiert werden, denn von einem „Schattenwurf" ist hier selbstverständlich nicht die Rede. Verfasser kennt auch einige Fälle, wo flache Beulen vergleichsweise wie eine dünne Scheibe auf dem Mondboden liegen; gewöhnlich haben sie ein „Kraterchen" inmitten.

Hochinteressant ist es, die Ränder großer „Mare" zu verfolgen. Besonders im Umfange des Mare serenitatis*), sehr klar auch am Ufer des Mare nectaris, für das kundige Auge nicht minder am Südwest- und Westrande des großen Mare imbrium — man erinnere sich wegen der abenteuerlichen Bezeichnungen an das früher Gesagte —, sieht man Bruchlinien der Ebenen in weitem Bogen und parallel zu den Ufern verlaufen, welche auf wiederholte Senkungen nach innen und sekundäre Wirkungen nach der Seite der Hochufer hinweisen. Ganz dieselben Spuren finden sich für den, der die Mondtopographie lesen kann, in den abgeschlossenen Senkungsgebieten Mare crisium und Mare humorum; aber sie sind trotzdem keineswegs etwa eine Besonderheit dieser Ebenen, denn es gibt eine ganze Anzahl größerer Ringgebirge oder Kraterebenen, deren Inneres, obwohl sehr klein gegen jene, genau dieselben Eigentümlichkeiten besitzt.

Zur Beweisführung, wie nahe verwandt das Größte und Kleinste der rundlich abgeschlossenen Senkungen auf dem Monde sein kann, stellen wir einige Namen nebeneinander nebst ihren Durchmessern in Kilometern: Mare imbrium 1200, Mare serenitatis fast 700, Mare crisium 500, Mare humorum 430, Mare nectaris 300; Ringebene Petavius 145, Posidonius 111, Cyrillus 90, Gassendi 88, Ringgebirge Taruntius 70, Doppelmayer 68, Krater Lambert 28, kleiner Nebenkrater Hesiodus A 17, Krater-

*) Man vergleiche in Ermangelung einer Spezialkarte des Mondes die Karte in einem der größeren Handatlanten oder im Lexikon. Für etwa 6 Mark bekommt man übrigens eine sehr reichhaltige Übersichtskarte „La Lune" von Flammarion-Gaudibert mit 509 Namen (auch Höhenangaben).

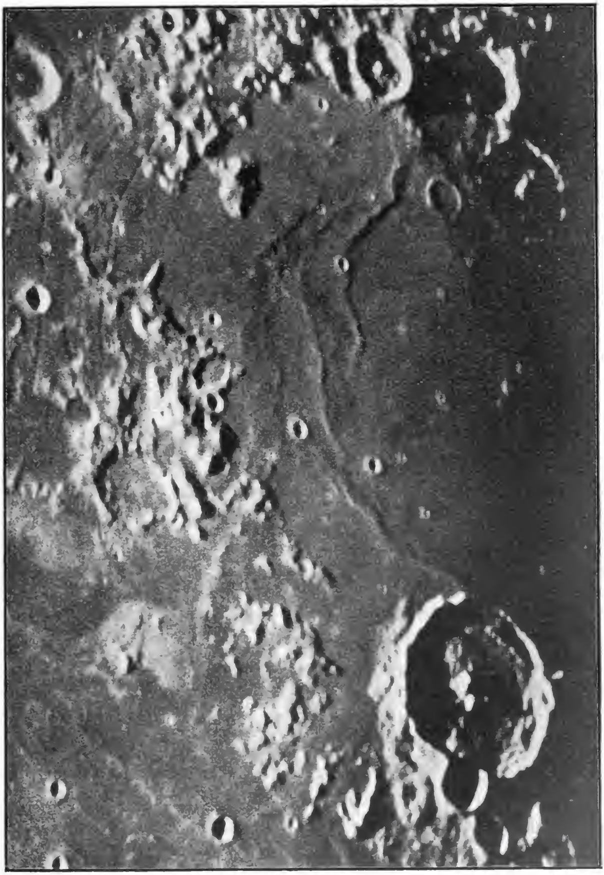


Fig. 19. Ringebene Gassendi und Mare humorum mit konzentrischen Rillenzügen und Bergadern (1 mm = 3700 m).

chen Ramsden m 6 km; alle 14 Objekte haben dieselben Züge und Bruchlinien am inneren Rande ihrer Tiefe, nur daß diese sekundären Erscheinungen eines bis jetzt noch von keinem Sachkenner aufgeklärten Bildungsvorganges in den drei kleinsten Formen die Gestalt von konzentrischen Innenkratern angenommen haben. Schließlich ist nur ein Schritt von diesen Objekten zu den Ringebenen und Ringgebirgen mit schön ausgebildeter Terrassierung der inneren Wallseiten, für welchen Typus ebenfalls Vertreter verschiedener Größe angeführt werden könnten — ein weiterer Fingerzeig, daß die Selenologie es zuwege bringen muß,

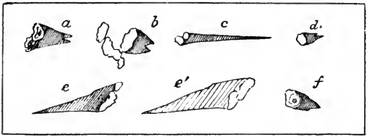


Fig. 20—26. Schattenwurf der Höhen: a Archimedes Nord; b Archimedes Süd; c Pytheas Ost; d Berg an der Hyginusrille; e e' Pico B; f Cauchy Ost.

die Entstehung aller Ringformen, auch der größten, aus einem Punkte zu erklären.

Wo auf der Erde ein Berg unvermittelt aus der Fläche emporsteigt, ist es immer ein Vulkan oder war ein solcher; Beispiele seien der Vesuv oder Kilima Ndscharo oder Ararat. Dabei strebt er aber keineswegs ohne Vorgelände mit mäßiger Böschung empor; nur eine Situation wie die des Stromboli, der seine Basis in einer größeren Meerestiefe hat, oder wie die der Auswurfskegel in dem Krater der Insel Santorin läßt uns einen scharf ausgeprägten, stumpfen Winkel zwischen der Meeresoberfläche und den Hängen, also eine harte Kontur des Durchschnittes erkennen. Nun streben ähnliche Kegel und Bergmassive in großer Anzahl aus der Ebene der Mondmare in die Höhe und entbehren ganz im Sinne des Stromboli des „Bergfußes". Das ist keineswegs eine, wenn auch etwa mehrfach vertretene bloße Art

des Vorkommens, sondern eine so reine Regel, daß es eine auffällige Abweichung wäre, fände sich eine Höhe einmal in anderer Verfassung. Das ist auffällig und sehr bemerkenswert, denn offenbar haben am Monde diejenigen Kräfte, welche bei uns die Höhen nivellieren und die Hänge verflachen, nicht gewirkt: Wasser und Luft, Abschwemmung und Verwitterung. Demnach können wir auch beim Anblicke der sozusagen in der Ebene „eingesunkenen" Berge, die nur noch ihren Gipfel zu zeigen scheinen, und der im gleichen Falle befindlichen Ringwälle und „Krater" nicht annehmen, daß sie bis an den Leib im Diluvium stecken, weil füglich zu fragen wäre, woher das Material zum Einbetten stamme. Aus diesem Zwiespalte der Erscheinungen und der irdischen und lunaren Erfahrungen heraus scheint nur ein Weg zu führen, dessen Richtung anzudeuten wir weiter unten noch Gelegenheit finden.

Die enge Verwandtschaft der Ebenen mit den Ringgebilden ist durch ihre rundliche Begrenzung und ziemliche oder gänzliche Abgeschlossenheit, sowie durch die charakteristischen Parallelzüge nahe ihren Ufern gekennzeichnet; man kann sich etwa so ausdrücken, daß die bildenden Kräfte je nach der Stärke und Dauer, mit der sie einsetzten und fortwirkten, große, mittlere, kleine und kleinste Rundformen erzeugt haben, wobei natürlich die Beschaffenheit und Widerstandsfähigkeit der Mondrinde da hemmend oder dort begünstigend mitwirkte. Wir können in diesem Zusammenhange auch ganz gut die von W. und A. Thiersch[19]) dargestellten Meteoreinflüsse gelten lassen, wenigstens insoweit, als Meteore da und dort durch ihr Aufprallen und vielleicht Durchschlagen den Bildungsvorgang eingeleitet haben mögen, so wie etwa durch das Anbohren eines Baumes der Harzfluß eingeleitet wird. Aber ebenso kann der Drang, die Spannung des Druckes eines Materials unter der Mondrinde nach außen wirken zu lassen, auf lunaren Verhältnissen beruhen, und zwar ganz wohl auf solchen, die mit den vulkanischen weiter nichts gemein haben, als daß sie von innen nach außen wirken, so ziemlich der einzigen Richtung, in welcher Kräfte auf dem Monde sich überhaupt wirksam entfalten können.

Sei dem, wie immer möglich, so sind Ebenen und „Krater" bildungsverwandt. Aber erstere sind doch wiederum groß genug, um auf ihrem Areal alles zu vereinigen, was der Mond überhaupt Sonderbares an sich hat. So finden wir vollkommen ausgebildete und rudimentäre Kraterformen aller Größen, die reinsten Exemplare ihrer Gattung neben dürftigen Ruinen, Plateaus, regelloses Höhenchaos, einseitige Abstürze, warzenförmige, beulenartige Auftreibungen, lange Adern mit flachem Profile, Berstungen. Und wenn die Sonne über einem Teil der „Ebene" auf- oder untergehen will, so scheint es oft, als besitze der Mareboden eine körnige Rauheit, die ihm dann vermöge seiner zahllosen Schattenstreifchen von unsichtbarer Kleinheit zugleich ein düsteres Aussehen verleiht. Anderswo ist der glättere Grund auch bei schrägster Beleuchtung bereits so klar zu übersehen, daß selbst ganz feine Züge der Plastik, besonders geringste Höhenunterschiede zu bemerken sind. In solchen Fällen ist es von besonderem Vorteile, wenn der Boden an sich hell gefärbt ist.

2. Mit der Erwähnung der Farbe kommen wir auf eine neue Eigentümlichkeit des sonnenbeschienenen Mondantlitzes. Zwar ist das Unterscheiden von klaren Farben in einem Felde, wo Licht in Licht aufgelöst scheint, eine schwierige Sache und wird bei geringer Gewöhnung des Auges an die Flut von Glanz, welche durch ein größeres Teleskop in die Pupille geleitet wird, wohl vielfach vermißt werden. Außer dem Eindruck von Gelb, Weiß und Grau mit seinen Abstufungen bis Schwarz pflegen ungeübte Beobachter auch nichts zu sehen. Wer aber z. B. einige Gegenden mit blaugrünlichem oder senftgrünem Tone mit anderen verglichen gelernt hat, vermag auch in lauter Licht und Glanz noch zarte Farbtöne neben Helligkeitsstufen zu erkennen. Das freie Auge sieht wohl kaum einen Unterschied in der Lichtstärke der beleuchteten Fläche des ersten Viertels, Vollmondes und letzten Viertels, wohl aber läßt sich ein solcher im Fernrohre feststellen. Der Verlauf des Glanzes geht kaum mit dem Wachstume der Lichtgestalten oder Phasen in gleichem Schritte und nimmt ebensowenig in gleichem Maße ab.

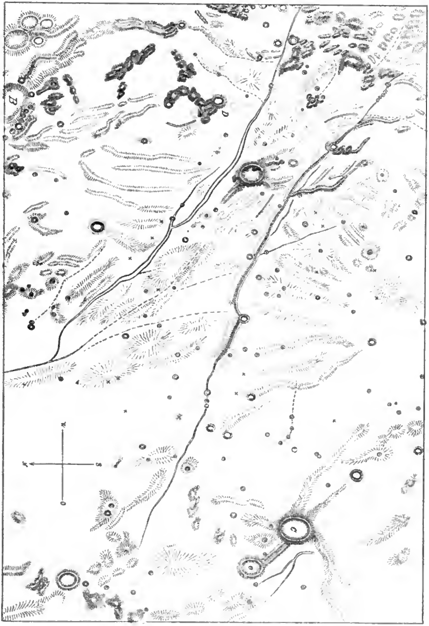


Fig. 27. Mondlandschaft Cauchy im Mare tranquillitatis von Ph. Fauth
(1 mm = 2000 m).

Digitized by Google

Nach einfacher Überlegung sind wir geneigt, die größte Glanzentwickelung der vollen Phase zuzuerteilen und die der beiden Viertel — abgesehen von einer ungleichen Verteilung der hellen Gebirgsteile und grauen Ebenen, die sich aber in Rechnung stellen ließe — gleich zu setzen. In der Wirklichkeit macht sich die Sache etwas anders. Die Materie der äußeren Mondschale hat nämlich eine höchst sonderbare Eigenschaft, welche sich kurz als ein Abbleichen unter dem Einflusse der Sonnenstrahlung bezeichnen läßt. Fast grau und wenig glänzend treten die erhöhten Massen aus vierzehntägiger Nacht in einen ebenso langen Tag ein, verwandeln ihr cremeartiges Gelb in fast reines Weiß — an vielen Stellen wenigstens — und lassen im Tone wieder nach, wenn die Sonne über ihnen untergeht. Der Einfluß der direkten Strahlung braucht aber doch einige Zeit, bis sich der hellste mögliche Ton ausgebildet hat, und so kommt es, daß die Steigerung der Bleichung des Mondes mit Eintritt des Vollmondes nicht ihr Ende erreicht, dieser nicht am hellsten geworden ist, sondern einen oder zwei Tage nachher. Dann tritt zwar eine schon merkliche Verschmälerung der Scheibe im Westen ein, aber der heller gewordene Rest derselben gibt wohl erst nachträglich die größte Lichtmenge zurück. Das Nachhinken der Glanzentwickelung muß es dann folgerichtig mit sich bringen, daß das letzte Viertel, das uns lauter erst gewesene Maximalhelligkeiten zuwirft, etwas heller erscheinen muß als das erste Viertel mit lauter erst noch werdenden Maximalhelligkeiten der Oberflächenteile. Das Nachdüstern geschieht nämlich entschieden wieder verzögert, wie man etwa am langen Erhaltenbleiben blendender Ränder der Krater erkennt. Wenn andere kugelige Weltkörper aus ähnlichem oder gleichem Stoffe an ihren Oberflächen bestehen und somit ähnliche Verzögerungen der Leuchtkraft gegenüber dem Beleuchtetwerden erleben, so ist es nicht möglich, die Helligkeit kugeliger Weltkörper mittels einfacher Formeln für beliebige Phasen zu bestimmen, und es bleibt dann eben eine aus der Formel nicht erklärbare Differenz übrig. Das hat die Astronomie an mehreren Körpern erlebt und es kommt daher, daß jedes Gesetz seine „Anomalien" hat; die Natur richtet sich nicht nach reinen Formeln..

Es wurde bereits angedeutet, daß nicht alle Farbtöne gleiche Helligkeit erreichen; sehen wir doch gerade im Vollmonde den „Mann", das „Gesicht", den „Kuß" und anderen phantastischen Inhalt! Man kann etwa sagen, die Neigung, bleicher zu werden, besitzen die einmal vorhandenen Töne der Mondplastik ziemlich gleichmäßig, mit Ausnahme gewisser schwärzlichen und weißlichen Partien, die einesteils nicht besonders heller, andernteils sehr wesentlich glanzvoller bis fast zum reinen Weiß werden und so den vollen Mond viel kontrastreicher machen würden, wenn die tiefschwarzen Schatten nicht verschwunden wären. Volle Phase heißt aber mit anderen Worten: wir blicken fast genau in der Richtung der Sonnenstrahlen auf den beleuchteten Mond, weswegen in einer sozusagen senkrechten Beleuchtung der „Mondscheibe" keine Schatten entstehen können. Damit ist aber auch fast alle „Schattierung" verschwunden, und was vorher rauh und zackig erschien, ist jetzt platt und ohne Relief. Wären nicht die „Halbtöne" und glänzenden Punkte und Kammlinien übrig, so wäre selbst für den Selenographen das Zurechtfinden im Vollmonde eine Unmöglichkeit; es ist ohnedies durch das Hinzutreten von Lichtbändern und -flecken, die mit dem Relief des Mondes meistens gar nichts zu tun haben, in hohem Maße erschwert und des Glanzes wegen sehr anstrengend. Im Vollmonde das Gebirgsdetail der Karte aufsuchen ist ähnlich schwer wie etwa das Suchen einer „beinernen" Stricknadel unter einem lose geschichteten Haufen von Strohhalmen. Ganz der gleiche Wirrwarr von Lichtlinien und tausend Fleckenparzellen dazwischen, wie im Vollmonde, befindet sich auch im Neumonde, d. h. in jener Mondgestalt, die wir nicht zu sehen pflegen, außer bei totalen Sonnenfinsternissen auf wenige Sekunden. Wenn aber auch die Neumondphase so gut wie unzugänglich ist für die Durchmusterung mit dem Teleskope, so erlauben doch die schmalen Sicheln vor und nach Neumond einen interessanten Überblick über den Zustand des „dunkeln" Teiles [42]. Bei diesen Gelegenheiten überzeugt man sich unter Anwendung ganz schwacher Vergrößerung leicht, daß die Nachtseite des Mondes im allgemeinen dieselben Züge aufweist wie die volle Phase. Bei Auswahl günstiger Mondstände, z. B. im Frühjahre für den

Digitized by Google

zunehmenden und im Herbste für den abnehmenden Mond, wenn also dieser je zu diesen Zeiten als schmale Sichel den höchstmöglichen Stand außerhalb des Dämmerungsstreifens und der Dunstschichte am Horizonte erreicht, können selbst feinere Züge noch dem Auge zugänglich werden; freilich ist der ganze Schimmer ungemein zart, denn es ist nur das vom Erdballe zurückgeworfene Licht, welches die Nachtseite unseres Trabanten bis zur Sichtbarkeit für das freie Auge ein wenig erhellt. Dabei will man die Wahrnehmung gemacht haben, daß der zunehmende Mond etwas weniger hell wird als der abnehmende; das wäre dann darauf zurückzuführen, daß in ersterem Falle die westliche Erdhälfte mit Amerika und viel Ozeanfläche, im letzteren die östliche mit Asien und Afrika und weniger Ozeanfläche das Sonnenlicht auf den Mond wirft. Dieser empfängt also einen Erdschein, wie wir einen Mondschein kennen.

3. Unter den im Vollmonde zuerst ins Auge fallenden Merkmalen nehmen die sogenannten Lichtstreifen die Hauptstelle ein. Die Selenologie hat hier immer vor einem Problem gestanden und sah ihre schönsten Kombinationen an dem eigenartigen Phänomen der fächerförmig von gewissen, durch hohen Glanz ausgezeichneten Ringgebirgen ausstrahlenden Striche zerschellen. Es ist schade, daß die Erklärer, welche neben den topographischen Eigentümlichkeiten auch die rätselhaften Streifensysteme erkannt haben wollten, sich ebenso von dem ganz äußerlichen Merkmal der radialen Stellung dieser Streifen haben hypnotisieren lassen, als von der Rundgestalt der meisten Erhebungen, die dann absolut „Krater" sein sollten. Die Gesamtheit dessen, was man einen Lichtstreifen nennt, ist gar kein einheitliches Gebilde für den teleskopischen Anblick, sondern eine Folge von gehäuft auftretenden Flecken und Lichtlinien, deren Anordnung in einer Längenrichtung und deren Zusammentreffen am Orte eines Ringgebirges ein „Strahlensystem" vor dem Blick entstehen läßt. Enthalten wir uns einmal aller Spekulation darüber, wie diese Pinselstriche auf der rauhen Mondkugel entstanden sein werden, so wird unsere Aufgabe zuerst darin bestehen, einmal die Beschaffenheit,

Zusammengehörigkeit und Ausdehnung der einzelnen Teile des Strahlenkranzes zu untersuchen. Vielleicht geben auch hier die massenhaften Details, zu denen man sich erheben muß, einen klareren Wink als der Totaleindruck des ganzen Systems.

Aus den Bildern der weit vorgeschrittenen Phasen und aus Beobachtungen erkennen wir, daß die einzelnen Streifen mit einer gewissen Breite weite Gebietsteile überziehen. Kaum ist die Sonne über so gekennzeichneten Gegenden aufgegangen, so tritt schon die Spur des helleren Streifens innerhalb der erhellten Fläche hervor: das Gebilde ist also beständig vorhanden und ist zu den oben angegebenen Zeiten auch gewöhnlich schon im Erdenlichte des Neumondes deutlich erkennbar. Mit steigender Sonnenhöhe oder auch mit Zunahme der Strahlungswirkung der Sonne löst sich ein Lichtstreif immer deutlicher aus den zahlreichen Tönen des Mondbodens heraus und erglänzt schließlich in fast reinem Weiß, wenig verblassend sichtbar bis zum Versinken in die Mondnacht. Auch hart an der Beleuchtungsgrenze, wo selbst die flachste Beule ohne meßbare Böschung wenigstens durch Halbtöne herausmodelliert wird, zeigt der Mondboden, welcher das Strahlenzeichen trägt, keinerlei plastische Erhöhung. Das soll natürlich nicht heißen, daß stellenweise die Höhen nicht gerade so weiß sein könnten wie das besprochene Phänomen; aber die Streifenmaterie erstreckt sich über alle Geländeformen, ob Berg, Tal oder Ebene, unbeirrt fort und trägt an sich offensichtlich zur Erhöhung des Terrains nichts bei. Es ist gerade so, als ob jemand auf einem blaß cremefarbigen Reliefglobus radiale, flüchtig über die Höhen streifende Pinselstriche gemacht hätte, so daß etwa alle hervorstehenden Rücken und Teile der Ebene, welche zwischen ihnen in geringe Berührung mit dem Pinsel gekommen wären, Spuren der weißen Farbe behalten hätten. Die Bänder sind also eine Reihe von formlosen Flecken und Gruppen von solchen; einen regelrechten „Pinselstrich" sieht man nicht. Das ist der „Bau" der Lichtstreifen, die sich nicht einmal „radial" von einem Punkte aus erstrecken, auch da nicht, wo sie am regelmäßigsten erscheinen; sie können ganz ungeordnet kreuz und quer und gekrümmt, geschlängelt, unterbrochen und an Breite wechselnd auftreten. Wir

erblicken zwei in die Augen fallende Vertreter der beiden vorkommenden Strahlenarten: Der eine liegt um Tycho[13]) nahe dem Südrande des Mondes, der andere um Kopernikus im nordöstlichen Quadranten. Ihre Streifen sind nach Bau, Bildung im einzelnen und Ausdehnung so verschieden als möglich. Tycho wirft sozusagen wie ein Explosionszentrum seine Strahlenspitzen in vollem Umkreise nach außen; Kopernikus ist mit einem wahren Netzwerke von Linien — gerade, gebogen und geschlängelt — umgeben. In jedem Falle ist ihre Einheitlichkeit sozusagen in ihrem gemeinsamen Mittelpunkte verbürgt. Was nun den Typus der Tychostrahlen anlangt, welcher in ganz verwandter Weise um das kleine Ringgebirge Kepler herum liegt, so ist eine ganz wesentliche Eigenschaft desselben die, daß die Einzelstreifen breit aus dem Zentrum treten und ganz entgegen der Erfahrung bei explosiven Zerstreuungen einer Materie gegen ihr Ende zu spitz und dünn verlaufen; andere wieder bilden an Breite gleichbleibende Linien. Ihre gegenseitige Berührung im Ausgangspunkte, der Basis der Streifen, ist wiederum nicht so zu verstehen, als ob strenge das geometrische Zentrum des betreffenden Ringgebirges (Tycho, Kepler, Aristarchus, Proclus, Anaxagoras, der kleine Krater A im Nordosten des Furnerius und der noch kleinere östlich außen bei Stevinus oder ein Krater östlich von Cavalerius am äußersten Ostrande des Mondes u. a. m.), der Ausgangspunkt aller Radien sei. Gerade bei Tycho, dem größten und am kräftigsten ausgebildeten Strahlenzentrum, bilden die drei glänzendsten Ausläufer gegen Nordosten, Süden und Südsüdosten etwa Tangenten zu seinem östlichen und südöstlichen Wallrande und auch mehrere Linienbündel, die gegen Westen streben, entspringen aus der Richtung des Südwalles her. Der Zahl nach ließe sich wohl gut ein halbes Hundert Linien finden, abgesehen von feinen, besenartigen Verzweigungen, die auseinanderzuhalten auch für geübte und gegen das grelle Licht des Vollmondes etwas abgehärtete Augen keine leichte Aufgabe ist. Auch beim Typus der Kopernikusstrahlen entspringen Linien teils inmitten des Ringgebirges, teils auf dem Wallkamme. Was nun die Längenerstreckung betrifft, welche z. B. die tychonischen Streifen erreichen und von welcher

Fig. 28. Strahlen- und Streifensysteme um Tycho und Kopernikus.
(Oben Tycho, rechts inmitten Kopernikus; das dunkle „Auge“ weit unten ist Plato.)

Digitized by Google

die Größe des Areals abhängt, das Tycho gewissermaßen „beherrscht“, so hat man die Riesengröße des Phänomens an sich auf Grund einer Täuschung ins Übermäßige ausgedehnt, indem man kritiklos bis in die neue Zeit hinein den Streifen, welcher den Krater Bessel im Mare serenitatis durchzieht, auch noch auf Rechnung Tychos bringen wollte[44]). Damit hätte der längste Streifen einen vollen halben Umfang des Mondes überzogen, wenn nicht mehr; denn ein Ende ist nicht abzusehen, indem er am Mondrande noch eine ansehnliche Stärke besitzt und jenseits nicht weiter verfolgt werden kann. Dieser Zweig der Korona würde mit seinen 5000 km Länge dann etwa noch einmal so weit reichen als die längsten übrigen Zweige, und das ist doch nicht anzunehmen. Außerdem macht der Bessel-Streif einen deutlichen Winkel mit dem Radianten vom Tycho her und weist, wenn er überhaupt einen Zusammenhang mit anderen Radianten haben muß, eher nach Norden, wo ihm von jenseits ein solcher entgegenkommt.

Über die Natur dieser rätselhaften Anhänge der genannten (und mehrerer anderen) Ringgebirge ist mancherlei gemutmaßt worden. Sie sind die schwersten Rätsel der Selenologie geblieben, und zwar offenbar aus dem früher beleuchteten Grunde, weil man an der Laplaceschen Ansicht von der Bildung der Weltkörper und zudem an der Vulkantheorie klebte. Mädler hat von der Meinung, die Herschel und andere geäußert haben sollen, daß man nämlich so etwas wie Lavaströme in den Streifen vermuten könne, nur flüchtig Notiz genommen; auch eine unüberlegte Annahme von beständigem wirklichen Strahlenwerfen verdiente nur die kurze Abfertigung, daß doch die Streifen schon auftauchen, wenn das Zentrum der Radianten noch lange in der Nacht der unbeleuchteten Mondseite liegt. Dagegen meinte Mädler: „es bleibt nichts anderes übrig, als anzunehmen, daß durch irgend welchen Naturprozeß die innere Struktur des Mondbodens an den Stellen, wo diese Streifen ziehen, eine Veränderung erfahren habe, welche die Fähigkeit, das Licht zurückzuwerfen, beträchtlich erhöhte. Welcher Prozeß dies gewesen, darüber können wir wohl nur höchstens Mutmaßungen äußern; daß er aber mit der Bildung derjenigen Ringgebirge, welche deutliche Zentralpunkte dieser

Streifen darbieten, im genauesten Zusammenhange gestanden habe, zumal alle diese Ringgebirge im Vollmonde für ihre Umgegend ausschließlich sichtbar bleiben, darüber kann wohl kein Zweifel obwalten." Bei allem Respekt vor der Autorität des Altmeisters der Selenographie haben aber doch seine Nachfolger auf die Unhaltbarkeit der Ansicht hingewiesen, als hätten etwa unter dem Mondboden hinstreichende glühende Gase ein teilweises Verglasen der Schichten zuwege gebracht; warum sind die Gase nicht aus den vorhandenen zahlreichen Öffnungen entwichen, wer hat diese Ventile erzeugt, wenn es Gase mit sichtlich explosivem Charakter nicht gekonnt haben, und warum hat die Schmelzung der Materie fleckenweise (vornehmlich bei Erhabenheiten!) und nicht im ganzen Verlaufe stattgefunden?

Wenn die Meteorhypothese herangezogen wird, um aus der Materie des etwa aufgestürzten und in Atome aufgelösten Fremdkörpers Färbung und Länge der mit Explosionsgeschwindigkeit hinausgedrängten Spritzgarben zu erklären, so besteht einmal die Schwierigkeit der Länge — wir hören „Kenner" von 5000 km reden — und dann die des umgekehrten Tatbestandes, denn die Streifen laufen nicht verschwommen breit, sondern wie im allmählichen Erlöschen der erzeugenden Kraft, dünn und spitz aus. Darum hat auch Nasmyths Versuch, die radialen Sprünge einer Glaskugel, die durch den Druck einer die Kugel erfüllenden und erwärmten Flüssigkeit entstanden waren, als Analogien der tychonischen Streifen wenigstens der Form nach darzustellen, so viel Bestechendes an sich, daß man in populären Schriften heute noch gerne zu dem Vergleiche und den wirklich einnehmenden Abbildungen des Engländers greift. Aber welche Sprödigkeit und Kohäsion müßte in diesem Falle einer zudem sehr gleichmäßig dick anzunehmenden Mondschale innewohnen! und warum hätten die Sprünge so und so oft aussetzen und wieder erscheinen sollen? Gerade die Höhen tragen gewöhnlich Spuren der helleren Färbung; die „Sprünge" hätten also Hindernisse sichtbar besiegt und blieben oft unsichtbar, wo sie leichter zu vermuten wären; schließlich hätte ein Meteor, das nur imstande war, einen Ringwall von der Größe des Tycho aufzubauen, wohl niemals die Kraft be-

sessen, einen so bedeutenden Teil der Schale unseres Trabanten zu demolieren; Tycho wird von vielen Ringgebirgen an Größe und massiver Struktur übertroffen. Ferner sitzt Tycho sozusagen obenauf und muß somit, wie ja schon die verbliebenen Strahlen zeigen, eine relativ junge, letzte Form der lunaren Tätigkeit vorstellen; wenn zu diesem Zeitalter, das die Laplace-Anhänger als ein spätes betrachten, der „dick überkrustete“ Mond auch einem Projektile aus dem Weltraume ausgesetzt gewesen wäre, so hätte seine erstarkte Rinde mit Wahrscheinlichkeit keine Zertrümmerung erlebt.

Wir erkennen aus den Mißerfolgen der Selenologen, daß es auf den eingeschlagenen Wegen unmöglich ist, die Hypothesenschlüsse mit den Hieroglyphen auf dem Monde selbst in Einklang zu bringen. Die Strahlenkoronen legen sich breit und aufdringlich in den Anblick des Vollmondes und spotten bis jetzt doch einer stichhaltigen Aufklärung. Es hält vielleicht nur daran, daß man einmal den Boden der Alten und die landläufige Auffassung von der Bildung der Weltkugeln verlassen und an Stelle der akuten Kräfte und Vorgänge solche setzen muß, die sich zur Gestaltung des Mondantlitzes Zeit ließen und in stetigem Wirken zuwege brachten, was Explosionen und Zusammenstöße nicht fertig bringen könnten. Solche Wege stehen auch offen; nur ist es nicht Aufgabe vorliegender speziellen Darstellung, die hierher gehörigen Möglichkeiten kritisch zu untersuchen. Da jede Theorie von der Bildung der Weltkörper am Monde ihre Prüfung bestehen muß, so wird die Zukunft entscheiden, welche Lehre mit den einfachsten Mitteln am meisten erklärt.

4. Ehe wir zur Besprechung der Gebirgsformen im einzelnen übergehen, sei noch dem Umrisse des Mondes ein Wort gewidmet. Innerhalb der Scheibe bieten uns die Höhen den sonderbaren Anblick dar, wie er etwa dem Luftschiffer vergönnt ist, wenn er schwach hügeliges Terrain aus großer Höhe am Morgen oder Abend überblickt; er sieht zwar den Erhebungen auf den Kopf, aber die schräge Beleuchtung der tiefstehenden Sonne modelliert dennoch die Terrainverschiedenheiten klar heraus. Anders ist die Sache um die Mittagszeit, wo Schatten und somit

Plastik verschwinden. Genau so geht es dem Mondbeobachter. Aber diejenigen Berge, Rücken oder Spitzen, welche sehr nahe dem äußeren Mondrande liegen, können jederzeit in ihrer wahren Gestalt, Höhe und Abdachung gesehen werden, da uns der Blick durch das Fernrohr in die Lage des Wanderers versetzt, der auf diese Randberge zugeht. An einzelnen Stellen des Scheibenumfangs, welche übrigens einer vorangegangenen Darlegung zufolge wegen der „Libration" der Mondkugel wechseln, erkennt man sehr markante Bergprofile, welche dem Trabanten ein rauhes Aussehen geben. Unter dieser Ungenauigkeit der Begrenzung leiden naturgemäß die Messungen des Monddurchmessers; dieser muß verschieden groß gefunden werden, je nachdem zur Zeit der Messung höhere Gebirgsländer oder Ebenen beiderseits oder verteilt auf die Enden des gemessenen Durchmessers vorhanden sind. Genau genommen muß also jede Messung des Mondes einen anderen, zwischen gewissen Grenzen schwankenden Wert geben; im Mittel darf man seine Größe auf 3476—3480 km angeben. Übrigens kann es zutreffen, daß man auch andere Abweichungen von der Kreislinie findet; so gibt es eine ziemlich breite Stelle in der Gegend des Westrandes (Äquator), wo der Mond auffällig abgeplattet erscheint, weil nämlich das neuerdings von Prof. Franz[45]) benannte „Mare Smythii" sich in einer Breite von über 380 km dort ausdehnt; zufällig liegt in der selenographischen Breite des Mare crisium am Rande ein „Mare marginis" (Prof. Franz) von wenig geringeren Dimensionen, so daß das spärliche Hochland zwischen beiden Randmaren wie eine stumpfe Ecke hervorspringt. Solche Abweichungen von der Kugelgestalt bringen bei einer gewissen Klasse von Mondmessungen und Finsternisbeobachtungen Fehlbeträge hervor, welche durch Ermittelung der jeweiligen Libration und ihres Einflusses auf die Krümmung des Mondumfangs ausgeschaltet werden müssen. In neuester Zeit erst sind die nötigen Korrektionen für die Abweichungen des Randes von einem Kreise für größere Strecken von Hayn festgestellt und veröffentlicht worden.

5. Nahe dem Mondrande sehen wir die Profile der Höhen

unmittelbar; gegen die Mitte der Scheibe zu kann man sie höchstens angedeutet finden, wenn bei Sonnenaufgang zuerst die Gipfel erleuchtet werden und dann folgeweise langsam die Hänge aus der Nacht treten oder umgekehrt bei Sonnenuntergang diese nach und nach verschwinden. Oft sieht man aus der zerrissenen Lichtgrenze ganze Gipfelketten als vorläufige Anzeiger eines zackigen Ringwalles wie Perlen aufblitzen und allmählich zahlreicher werden, bis die lose gereihte Schnur dichter besetzt wird und sich endlich zu einem vollen Ringe schließt. Das wunderschöne Schauspiel eines Sonnenaufganges über den Ringgebirgen wird noch erhöht durch den schroffen Gegensatz zwischen den in schwarze Nacht getauchten Tiefen und dem glänzenden Perlenkranz der obersten Kammvorsprünge, die einstweilen ahnen lassen, welch ein Gebilde im Hervortreten begriffen ist. In geheimnisvoller Stetigkeit schreitet die Aufhellung die Abhänge herab und faßt mehr und mehr einen scheinbar unergründlichen Schlund ein, schwarz wie ein Schacht; da glimmt plötzlich inmitten ein Punkt auf; wie in zartem Dämmerlichte hat die Erscheinung begonnen, schrittweise erkennt das Auge ihre Steigerung, und in wenigen Minuten bringt der Lichtstrahl Kunde, daß die Sonne jetzt auch den Gipfel der zentralen Höhe getroffen hat; diese selbst taucht beständig deutlicher und mit einer breiter anwachsenden Basis aus der umgebenden Nacht wie eine Insel aus dem Meere zur Zeit der Ebbe. Viele Stunden später erst dringt Licht auch in die scheinbar bodenlose Tiefe und dann liegt das Ringgebilde in seiner vollen Pracht vor dem bewundernden Blicke, der in unbeschreiblich klarer Übersicht den Bau des eigenartigen Mondgebirges vor sich entschleiert sieht. Die erstbestrahlten Kammlinien bleichen langsam ab, die später erhellten folgen mit mehr gelblichen Tönen, untermischt mit dem reinen Schwarz der die Plastik modellierenden Schatten. Doch diese werden nach weiteren Stunden schmäler, und was sie in scharfen, eckigen Konturen gezeichnet hatten, wie wenn eine geübte Hand mit markigen Strichen schwarze Kreide handhabte, das wird unter den übrig bleibenden Halbtönen weich wie eine mit Wischer und Kohle hergestellte Zeichnung; ja, das Relief verliert sich im wachsenden Sonnenstande der-

artig, daß nur eine Planzeichnung in weißen Linien übrig bleibt.

Wenige Tage dauert so die Undefinierbarkeit der anfangs so hart unterschiedenen Gegensätze von hoch und tief. Dann beginnt das Spiel des Lichtes von neuem in umgekehrter Folge und läßt innerhalb der wachsenden Schatten Stufe um Stufe der Erhebungen in Dunkelheit versinken, bis auch die letzten Gipfel erloschen sind und eine 14tägige Nacht ihre Herrschaft antritt, nur gemildert von dem allerdings ziemlich kräftigen „Erdschein", den jetzt bald „Vollerde" auf den verdunkelten Neumond wirft, wie der milde Schein des Vollmondes die nachtruhende Erde beleuchtet. Die viel größere Erde aber, die einen gut dreieinhalbmal längeren Durchmesser besitzt, steht dann als mächtige Scheibe von 13facher Flächenausdehnung am Nachthimmel des Mondes, erleuchtet ihn annähernd um ebensoviel stärker als der Mondschein die Erde und ermöglicht es so den irdischen Teleskopen, auch innerhalb des „Erdlichtes" auf ihm feinere Züge zu erkennen und damit die Gewißheit zu erlangen, daß im wesentlichen die Verteilung von leuchtenden und matteren Stellen in der langen Mondnacht dieselbe ist wie in den Mondtagen. Trotzdem ist die Vermutung ganz geringer Änderungen der Töne nicht grundlos; es wird eine dankbare Aufgabe der Zukunft sein, die Erscheinungen des „aschgrauen Lichtes" wenigstens zwei bis vier Tage vor und nach Neumond zu studieren und zwar in südlicheren Ländern mit besserem Klima.

Die Ringgebirge.

Als man sich noch keine genaue Rechenschaft gab, wie groß und steil die runden Gebilde wären, da faßte man alle von den größten bis zu den kleinen — und sehr klein waren die damals erkannten überhaupt nicht — unter dem vielsagenden Titel „Krater" zusammen. Nun ist dieser Begriff heute wohl zum formellen Ausdrucke herabgesunken, muß aber als solcher doch noch begründet werden, damit sein Inhalt richtig verstanden wird. Der Augenschein, wie er selbst den kleinen Mondbildern entnommen werden kann, lehrt, daß für naive Beobachter der Titel ganz wohl genügt, und die Bequemlichkeit, mit einem Worte wenigstens eine bestimmte Vorstellung zu verbinden, rechtfertigt seinen fortgesetzten Gebrauch. Es ist demgegenüber interessant, auf eine grundlegende Verschiedenheit im Bau der irdischen und lunaren „Krater" hinzuweisen, abgesehen von der enormen Größe der letzteren.

Was als Folge des plutonischen Zustandes der tieferen Schichten der Erde unter vulkanischen Erscheinungen aufgebaut wurde, hat eine wohlausgeprägte Kegelgestalt, weil seine Masse, die an sich in der Regel recht bedeutend ist, während längeren Fristen allmählich aufgeschüttet wurde aus einer verhältnismäßig kleinen Öffnung der Erdrinde. Die domförmige Rundung eines Maulwurfshaufens kommt kaum irgendwo auf dem Monde vor, wohl aber etwas dem Ähnliches, was wir schon früher kleine Beulen mit aufgesetztem Kraterchen nannten. Unsere Karte der Tauchngegend enthält mehrere solche Beulen. Die typische Form dessen, was der Geologe Erhebungs- und Eruptionskrater nennt, ist der Kegel; auf seinem Gipfel befindet sich die Spur der Öffnung

nach unten, welche aber zumteil zugeschüttet und ganz unsichtbar, zumteil von einem neuen Kegel kleinerer Dimensionen besetzt ist, der seinerseits die Öffnung noch aufweist und bei „tätigen" Vulkanen Rauchgase und Asche ausstößt; Lavaströme brechen ja in der Regel durch die Seiten der Vulkane. Ein solcher Eruptionsherd, auf den Mond versetzt, wäre mit unseren Teleskopen kaum wahrzunehmen. Ein lunarer Krater ist ein von Grund und Uranfang aus ganz anderes Gebilde. Vor allem ist der bezügliche Konstruktionsplan insofern genau umgekehrt, als sein „Krater" nicht auf dem Gipfel eines Kegels liegt (vgl. unsere Profilkarte), sondern nur einen Wall darstellt, überhaupt nur einen Ring von Höhen, in dessen Umfang sich eine mehr oder minder ebene, gelegentlich mit Bergen, Hügeln, Beulen, Senken, kleinen Kratern, Rücken und Brüchen ausgestattete Fläche so tief einsenkt, daß sie ganz wesentlich unter dem Niveau der übrigen Mondteile zu liegen kommt: Mondkrater sind einfach Aushöhlungen, Depressionen, aber nie Erhebungen. Um in einen irdischen Krater zu steigen, muß man bedeutende Höhen von Tausenden des Meters überwinden und hat dann nur in geringe Tiefe zu klettern; um in die Tiefe eines lunaren Kraters zu gelangen, müßte man in äußerst geringer Steigung zuerst ein breites Hügelvorland durchqueren und sähe von einer bald erreichten Kammlinie aus eine kräftig ausgebildete Terrassenlandschaft vor sich, die mit ziemlicher Steilheit sehr tief hinabführt, gewöhnlich tiefer, als etwa die Hochebene von Mexiko über dem Küstenland liegt. Um einen drastischen Vergleich zu machen, wollen wir uns die Sache so vorstellen: ein flacher Teller schwimmt auf Wasser, welches die allgemeine äußere Ebene darstellt; das vertiefte Innere ist dann dem Inneren eines Mondkraters ähnlich eingesenkt. Legen wir aber denselben Teller, der ja auch am Boden einen kleinen Randwulst zu haben pflegt, umgekehrt auf den Tisch, so erhellt daraus ungefähr die Eintiefung einer Gegend, wie sie z. B. am Wansee oder Göktschasee (Araratgebiet) zu finden ist; hier also auf der Höhe eine geringere Eintiefung, am Monde nach geringer Erhebung eine bedeutende Depression (vgl. die Profiltafel).

Man kann ohne Verstoß gegen den Tatbestand diese Cha-

rakterisierung verallgemeinern und sieht daraus den schroffen Gegensatz zwischen irdischen und lunaren Kratern, so daß es gewiß nicht schwer wird, den Vulkanismus als Ursache zur Entstehung der letzteren Formen fallen zu lassen. Wir kennen wohl die Anschauung Neisons, es fehlten „wirkliche Krater" auf dem Monde nicht. „Infolge der Kleinheit der Mündung dieser Kraterkegel ist ihre Entdeckung sehr schwierig, so daß sie leicht mit hellen Berggipfeln verwechselt werden." Ebenso hat Klein, der drei Jahrzehnte lang den Mond beobachtete, einmal von dem halbversunkenen Rundgebilde Stadius nahe Kopernikus gesagt, die kleinen Kraterchen in dessen Fläche stünden auf hohem Unterbaue, so daß sie bei tiefem Sonnenstande wie Stacheln aussähen. Beide Auffassungen einer gewissen Sorte kleiner Ringformen müssen geändert werden; es gibt keine derartigen Objekte, welche den unmittelbaren Vergleich mit den irdischen Kegelgestalten rechtfertigen. Gerade die im Stadius und südlich davon verstreut liegenden Tiefen haben nur ein etwas derberes Relief als viele andere, was man in schräger Beleuchtung auch ganz gut findet.

2. Der Größe nach nehmen auf der diesseitigen Hemisphäre die Wallebenen die erste Stelle ein. Sie sind Eintiefungen schrofferen oder milderen Charakters, wie Clavius oder Grimaldi, welche, besonders wenn sie dem Mondrande sehr nahe liegen, die Krümmung der Mondkugel deutlich verraten und, wenn ihr Boden „eben" ist, eine aufgetriebene Wölbung zeigen. Ihr gewaltigster Vertreter heißt Clavius, welcher 232 km im Durchmesser mißt. Seine Tiefe ist ebenso auffällig für das Auge als bedeutend nach den Messungen und als sein Reichtum an Formen zweiten und dritten Grades, deren es in seinem Inneren eine ganze Musterkarte gibt; sogar sein Hochrand ist von bedeutenden Kraterringen durchbrochen. Er erreicht fast die Größe von Böhmen oder Siebenbürgen, wobei die Reinheit der Form des „Kraterkessels" überrascht. An ihm und seinen Nebenformen zu allererst kann man die Schwäche der Vulkanhypothese kennen lernen.

Digitized by Google

Am Südostrande des Mondes erstreckt sich die teilweise verdüsterte Ebene seines Rivalen Schickard in langgezogener Ellipse von 200 km Länge hin; sein Boden sieht wie der konvex aufgetriebene Buckel eines Schildes aus und läßt die Kugelgestalt des Mondes erkennen; auch ist die sonst ebene Fläche nicht viel durch Nebenformen gestört, aber im Norden und Süden vielleicht auch wirklich niedriger als inmitten. Schickard besitzt auch einen nach außerhalb selbständigeren Wall mit vielen Rücken und Pässen, die im allgemeinen als ein Merkmal dieser größten Formen gelten. Kaum weniger groß, aber mit sehr unterschiedlicher Begrenzung — bald in Gestalt massiver Bergländer, bald als flache Uferbänke — und fast gar keiner bemerkenswerten Einzelheit auf dem gewölbten, sehr dunkel gefärbten Boden ist Grimaldi am Ostrande mit 190 km. Nach seiner Lage innerhalb heller Hochländer und wegen seiner düsteren Färbung könnte man ihn fast zu den Mare zählen.

Humboldt im Südwesten und Bailly ebenso nahe am Rande im Südsüdosten messen 180 km; ersterer ähnelt den beiden vorgenannten, letzterer ist ein Trümmerfeld von Bergrücken, Hügeln und Kratern, aber alles doch von einheitlicher Begrenzung eingeschlossen. Inmitten der Mondscheibe befindet sich nur ein einziges Riesengebilde, der typische Ptolemäus mit 160 km, aber besät mit einer Fülle von Einzelheiten aller Art; daß diese gerade in allen Phasen dem Blicke ungewöhnlich gut zugewendet sind, hat bewirkt, daß Verfasser innerhalb dieses Riesenzirkus nicht weniger als 78 Krater zweiten Ranges, 8 wallose Einsenkungen und 10 Bruchlinien entdeckt und in eine Karte gebracht hat, abgesehen von etwa 90 Hügelrücken und 16 Kratern, die auf dem Walle liegen.

Ein ebenso großes Exemplar und in seinen Einzelheiten rauh, ähnlich Bailly, ist hoch im Nordosten J. Herschel; wenig kleiner (150 km) ist Gauß, eine fast leere Ebene, die nur eine prächtig aufs Auge wirkende zentrale Höhe hat und somit klar den Anblick eines vollkommenen Ringgebirges von Kraterähnlichkeit gibt; ebenso groß ist Petavius im Südwesten (in der Nachbarschaft von Humboldt) mit wohl ausgezeichnetem und in Parallel-

ketten gegliedertem Walle und prächtigem Zentralgebirge von 30 km Durchmesser. Hipparch von wiederum 150 km Größe in der Nähe von Ptolemäus ist tief, von fünfeckigem Umrisse; sein steiler Innenrand ist von riesigen Pässen durchquert und mit untergeordneten Kraterformen besetzt, seine Fläche mit Adern, Bergen und einem mehr als 30 km großen Ringgebirge ausgestattet.

Mit diesen größten Vertretern wäre die Liste fast erschöpft, wenn man mit dem Ausdrucke Wallebenen eben nur die Größe der Rundformen bezeichnen wollte; das tut nun Neison allerdings nicht, sondern faßt solche Gebilde bis 70 km herunter unter diesem Begriffe zusammen. Außer wenigen bis jetzt nicht genannten Objekten kämen also auch hinzu diejenigen vom Typus Archimedes (82 km) und Plato (97 km) einerseits und vom Typus Tycho (87 km), Kopernikus (92 km) und Arzachel (103 km) andererseits. Wenn jene als Wallebenen bezeichnet werden, so muß man schon um deswillen zustimmen, weil damit der Formbezeichnung ein treffender Inhalt gegeben ist, denn sie sind tatsächlich umwallte Ebenen in einer Strenge des Wortes, wie sie nicht schärfer verlangt werden kann; dagegen sind diese letzteren so wohlausgebildete „Krater" mit zentralen Höhen, daß nicht die eingeschlossene Ebene zumeist den Blick auf sich zieht, sondern die terrassierten Hänge und die Zentralgebirge den Schwerpunkt der Betrachtung ausmachen. Füglich kann man nur den Gesamteindruck entscheiden lassen, wie eine Formation am zweckmäßigsten zu nennen ist und muß auch kleine Gebilde als umwallte Ebenen gelten lassen, wie Kies und Lubiniezky, Billy und Herodot von viel kleinerer Ausdehnung, die unter anderem Namen schwerlich unterzubringen sind, wenn man nicht zugleich selenologische Hintergedanken hat.

Wir wollten mit dieser Betrachtung nicht die Nomenklatur der Mondbeschreibungen beanstanden, die ja ohne Schaden auch in ein formelles System gebracht werden kann, sondern zeigen, daß wirklich die verschieden gekennzeichneten Typen in allen Größen und Abstufungen ihrer hervorstechenden Eigenschaften vertreten sind. Neison behält auch seinen Einteilungsgrund so wenig bei, daß er unmittelbar nach den Wallebenen die „Berg-

ringe" aufzählt. Darunter kann man freilich allerhand verstehen, wie aus der nachstehenden Bezeichnung von Merkmalen der bekanntesten Formen dieser Art hervorgeht. Da gibt es unweit Kopernikus eine 90 km große, notdürftig mit Wällen umgebene Fläche von teils kaum welliger, teils wohlgegliederter Beschaffenheit; große Stücke scheinen aber aus der Umgrenzung ausgebrochen und so das Ganze keine Wallebene und kein Krater mehr; westlich Kopernikus liegt der gut 50 km große Stadius, dessen Hufeisenform den Rest eines früher vollständigeren Gebildes verrät und dessen sehr niedere Wälle vielfache Lücken haben; im Osten und Westen von dem kleinen Wichmann liegen solche Reste derberen Charakters, und nicht weit davon fällt ein Kranz von isolierten Gipfeln bei Flamsteed auf, die eine 105 km große Kreisfläche auffallend genau eingrenzen und als Gipfelreste einer versunkenen Form gelten müssen; schließlich gehören auch weite Flächen hierher, deren Einfassung mit niederen Rücken nur bei niederem Sonnenstande ins Auge fällt, wie westlich von Kopernikus und um die „lange Wand" bei Thebit herum, wo das einheitliche Gebiet fast 180 km Durchmesser besitzt. Je mehr derartige Beispiele man zeigt, desto klarer wird es, daß jede Bezeichnung, welche mit Wort und Inhalt den wesentlichen Merkmalen einer Mondform gerecht wird, so lange gut genug ist, als wir nicht klare selenologische Begriffe entwickeln und den Namen gewissermaßen ein Stück Entstehungsgeschichte aufprägen.

3. Indem Neison weitergeht, bespricht er nacheinander „Ringebenen" von etwa 90 bis 30 km herab, bei denen das Areal der Depression im Vergleiche zu dem des Walles noch wesentlich in Betracht kommt, „Kraterebenen" von etwa 30—20 km, die trotz ihrer Ausdehnung im allgemeinen dem Auge in Kraterform erscheinen, „Krater", bei denen die Größe einer inneren Fläche sehr zurücktritt vor der wohlausgebildeten Masse des Umfangs (7—20 km Durchm.), und endlich „Kleine Krater" von noch geringerer Plastik und solchen Dimensionen, daß erst genauere Beobachtung ihrer habhaft wird.

Eine umwallte Fläche, deren Größe z. B. noch die ganze

Umgebung von Berlin und Potsdam an einem Stück einschlösse, schien den früheren Mondkundigen noch „Anzeichen eines vulkanischen Ursprungs" aufzuweisen, und Neison sagt von Vertiefungen zwischen 7 und 20 km unbedenklich „die echten Mondkrater"; immer dringt eben wieder der stellenweise klar ausgesprochene Gedanke an den Vulkanismus durch und beeinflußt die Forschung und die Beschreibung.

Nicht genug mit den vier genannten Klassen, gibt es auch noch „Kratergruben" von wenigen Hunderten des Meters bis zu 10, aber auch bis über 17,5 km, deren Wälle sehr schwach oder ganz unkenntlich sind, und „Kraterkegel", „vielleicht die wahren Repräsentanten unserer irdischen Vulkane auf dem Monde", deren hohe und steile Gipfel eine verhältnismäßig enge Öffnung hätten. Wir haben schon angedeutet, daß es dergleichen auf dem ganzen Monde nicht gibt. Wenn auch der bloße Anblick vielleicht Erhebungskrater von Zuckerhutform vortäuscht, so muß man doch als ausübender Selenograph soviel Selbstkritik anwenden, daß man neben den vielleicht wirklich ungewöhnlich langen Schattenspitzen auch die geringe, gleichzeitige Sonnenhöhe in Betracht zieht; immer stellt es sich heraus, daß sowohl die Böschung als auch die absolute Höhe solcher „Erhebungs-", bzw. „Aufschüttungskrater" sehr mäßige sind. Wenn gewisse hierher zu zählende Gebilde im Stadius bei 2° Sonnenhöhe selbst 30 km lange Schatten entwickelten, so hätten sie bei einer mittleren Breite ihrer Basis von nur 3 km doch nur rund 500 m Höhe, was nicht berechtigt, die angeführten Vergleiche zu machen; solche Verhältnisse sind immerhin selten. Man muß zudem bedenken, daß kleinste und größte Ringformen sichtlich aus dem gleichen Materiale bestehen; ist dieses derart, daß es ohne messerscharfe Kammlinien, vielmehr mit dem Bestreben, eine gewisse Abrundung der Ecken und Kanten herbeizuführen, behaftet ist, so muß natürlich die auf einer kleinen Erhebung mögliche Eintiefung enger und flacher erscheinen, als wenn sie eine breite Basis zur Entwickelung hat. Wie der Verfasser nicht zur Notwendigkeit der Voraussetzung vulkanischer Kräfte geführt worden ist, so hat er auch niemals die Notwendigkeit einer fein abgestuften Nomenklatur empfunden.

Wer zudem die Benennung der Mondgebilde immer mit der Angabe ihrer Größe begleitet, ist von vornherein sicher, keinem Mißverständnisse zu begegnen. Das Wort ist Nebensache; das Maß klärt auf.

Wir können uns nicht versagen, an dieser Stelle einer eigentümlichen Gestaltung der Ringformen Erwähnung zu tun, die in gerade nicht sehr zahlreichen, aber wohlausgebildeten Beispielen vorhanden sind: der versunkenen Wallebenen am Rande der Mare. Sie sind mehr oder weniger von der Einsenkung der Mare in Mitleidenschaft gezogen und zeigen den zerstörenden Einfluß ihrer Nachbarschaft entweder in deutlichen Unterbrechungen des Walles, der auf weitere Strecken unscheinbar geworden, an irgend einer Stelle ganz untergesunken ist, oder gar ist ein bedeutendes Stück des Umfanges verschwunden, wenigstens bis auf einige Gipfel. Um zu zeigen, wie auch hier alle Abstufungen vorkommen, seien einige Mondformen gekennzeichnet. Am nordwestlichen Rande des Mare serenitatis liegt die etwa 100 km messende Wallebene Posidonius; gegen Osten ist der Wall schmal und niedrig und fehlt auf ein paar Kilometer ganz, so daß das Niveau des Mare und der Innenfläche fast gleich ist. Der Fall ist ein Beispiel von sehr geringer Deformierung. Auf der Mondscheibe diametral gegenüber liegt Gassendi am Rande des Mare humorum, 90 km groß und mit dem ganzen Südwalle dem Mare zugesunken, das in einem breiten Tore eingedrungen scheint, denn auch ein breiter Saum am Innenwalle ist dunkel gefärbt. Wie aber im übrigen der Wall unversehrt geblieben ist, so ist es auch bei dem Objekte Pitatus am Südufer des Mare nubium der Fall; etwa ein Fünftel seines Umfangs ist gegen das Mare stark geneigt und ein klaffendes Tor läßt das gleiche Niveau außen und innen erkennen. Ein prächtiges Beispiel dieser Art ist aber Fracastorius am Südufer des Mare nectaris; diese große Ruine hat ein ganzes Viertel des Umfangs eingebüßt, wo nur noch einige Gipfelgruppen und Dämme verraten, wie sein ehemaliger Verlauf war. Sein Inneres starrt von Hügeln, Kratern, Beulen, Dämmen und Brüchen, und auch der in voller Höhe stehen gebliebene Wall ist vielfach von sekundären Kratern durchbrochen.

Fast genau gleich diesem ungeheuren Hufeisen von über 90 km Breite ist ein Halbkrater am Südrande des Ozeanus procellarum von noch größeren Dimensionen, Letronne, dessen Nordwall ein volles Drittel verloren hat, so daß auch keine Gipfel mehr aus dem Ozeanus herausragen. Zwar hat die Überflutung die paar zentralen Erhebungen nicht ganz zum Verschwinden gebracht, aber im Inneren ist außer einigen ganz flachen Rücken keine Einzelheit zu finden. Auch ein Gebilde, das die volle Hälfte des Umfangs durch Herabsinken und Überflutung verloren hat, gibt es, und zwar in Lemonnier am Westrande des Mare serenitatis, wo noch schwache Trümmer ostwärts sichtbar sind. Auch kleinere Objekte zählen hierher, wie der am Südwestrande des Mare humorum gelegene Hippalus, der ein Drittel des Wallringes verloren hat und mit Trümmern erfüllt ist; unweit davon, auf der Ostseite des Mare, hat Doppelmayer bloß eine starke Senkung mitgemacht, genau wie Gassendie im Norden. Man kann noch eine ganze Reihe kleinerer Objekte namhaft machen, sowie solcher, die inmitten der Ebenen teilweise versunken sind: so eines im Osten von Encke, zwei Bergkränze im Westen von Letronne, Stadius westlich von Kopernikus, eine Hufeisenform nordwestlich von Aristarch, eine flache Form Kies, Beaumont bei Fracastorius, schwache Reste eines Ringgebirges auf der nördlichen Fläche des Mare nectaris, der Bergkranz um Torricelli, zwei unscheinbar gewordene Formen im Mare crisium u. a. m., nicht zu gedenken der zahlreichen Buchten, die zum Teile aus dem Hochlande herausgenagt, zum Teile Reste ehemaliger Kratertiefen scheinen. Wir sehen darin Wirkungen, wie sie schließlich auch an den Rändern ausgedehnter Senkungsgebiete auf der Erde vorkommen, aber ohne die Begleiterscheinung von gewaltsamen Auftürmungen, die den Senken eine Ausgleichung geben. Das ist auch eine spezifisch lunare Eigentümlichkeit.

4. Aber es gibt noch drei andere Sorten von Formen, die selenologisch das höchste Interesse beanspruchen und der landläufig gewordenen Vulkantheorie einen Strich durch die Rechnung machen. Die eine Sorte umfaßt doppelte und mehrfache Ob-

jekte mit gemeinsamer Innenfläche. Ein prächtiger Vertreter ist hier Torricelli, dessen 20 km großer Wallring ein Anhängsel von weiteren 10 km hat, so daß ein birnförmiges Gebilde daraus entstanden ist. Nordwestlich davon am Rande der Höhen befindet sich ein noch größeres Exemplar, und östlich von Torricelli ist eine geradezu flaschenartig in die Länge gezogene Senke Hypatia. Südlich bei Kopernikus liegt ein Doppelgebilde (siehe Abbildung) mit gemeinsamem Inneren, am Außenrande der Wall-

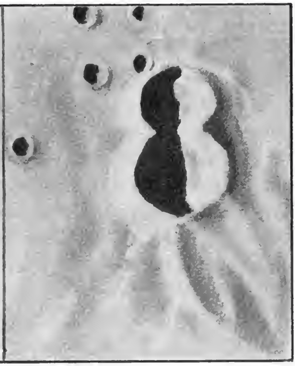


Fig. 29. Airy d Fig. 30. Kopernikus A
als Vertreter mehrfacher Krater.

ebene Albategnius gar ein dreifaches mit der Bezeichnung Airy d, welches wie doppelt eingeschnürt erscheint. Ein ganz gleiches, aber noch weniger tief abgeteiltes Gebilde von 70 km Länge aus drei Teilen ist mit Reichenbach e bezeichnet; es mißt in ganzer Länge 70 km und hat fast glatten Boden. Diese Objekte sind aber sehr bescheiden gegenüber dem größten Doppelgebilde weit im Südosten, mit dem Namen Schiller belegt; es mißt 180 km und besteht aus einer kleineren Hälfte, die mit Hügelrücken erfüllt ist, und einer größeren Hälfte mit ganz glattem Boden. Es dürfte der Vulkan- und der Meteorhypothese gleich schwer fallen, Formen dieser Art so zu erklären, daß man sich auf Grund der

sonstwie bekannten Wirkungen ähnlicher Art eine Vorstellung von ihrer Bildungsgeschichte machen kann.

Auch die andere Sorte von Mondgebirgen ist ein Unikum und hat auf der Erde kaum etwas Gleiches: die ineinandergeschobenen Ringwälle, die entweder ziemlich konzentrisch sind oder aneinander geklebt daliegen, aber nicht etwa einfach als Zwillingskrater aufgefaßt werden können, wie etwa die Form Kopernikus A; ein Objekt ist immer unversehrt, als ob es sich in den Wall des anderen hineingefressen hätte. Ein bestausgeprägtes Beispiel hierfür bietet das Paar Theophilus-Cyrillus (siehe Abbildung 9); die erstere Kraterebene ist vollkommen rund; wollte man den Nordwall der anderen vervollständigen, so dürfte ihre Kammlinie wohl 20 km weit übergreifen, und beide Ringgebirge würden mit einem vollen Viertel ihrer Umfänge — denn sie sind etwa gleich groß — in einander stecken. Der erste Blick sagt hier, daß das vollkommen gebliebene Objekt das neuere, das unvollständige aber das ältere sein müsse; das ist wenigstens der einzig mögliche Standpunkt des Vulkanisten, der aber wohl schon um deswillen falsch sein wird, weil die Vulkanhypothese in allen intimen Fällen der Untersuchung versagt hat und dort wenigstens fallen zu lassen ist. Im Zusammenhange mit den Erscheinungen der Kraterreste, versunkenen Randgebirge, mehrfachen Bildungen und der außerordentlichen Flachheit bei großem Durchmesser dürfte vielmehr angenommen werden, daß sich auf einem Wege, der hier noch nicht zu erörtern ist, das unvollständige Objekt in stetigem Anbau außen angesetzt hat, wie etwa ausspringende Teile der Festungsmauern sich an die Hauptmauer anlegen. Dieses Anbauen kann ja nicht bloß wie im geschilderten Falle, oder bei Thebit, oder bei Zagut und Guttenberg und Hainzel ein einseitiges geblieben, sondern sogar ein ganz umfassendes gewesen sein, so daß zwei Ringwälle sich sozusagen umschließen. In anderen Fällen liegen wirklich konzentrische Wälle vor, die aber aus zentral wirkenden Vorgängen leichter erklärt werden.

Die dritte Sorte lunarer Sonderbarkeiten sind der fast quadratische Egede bei Aristoteles, der ebenfalls viereckige

Riesenraum W. C. Bond, ein ebenfalls viereckig umschlossener Raum bei Eratosthenes, ein ebensolcher bei Theophilus (Nordosten) und andere, welche kaum vulkanischen Ursprungs sein könnten, wenn auch andere Formen es wären. Wir begegnen auf Schritt und Tritt Zeugnissen gegen diese Anschauung.

Wir verweilten absichtlich etwas länger bei diesen Betrachtungen, obwohl die kleinen, etwa im Handatlas oder Lexikon weiteren Kreisen zugänglichen Mondkärtchen nur unvollkommene Führer durch das Labyrinth der zahllosen Formen sein werden und auch die Namen der aufgezählten Repräsentanten nicht alle zu finden sind. Heute sind aber so viele Autoren tätig, das naturwissenschaftliche Wissen unserer Zeit, auf dem alten Boden der Laplaceschen Weltanschauung fundiert, einem weiten Leserkreise vorzuführen, daß es unzweifelhaft notwendig ist, auch einmal auf dem Monde an einer reinen Quelle die Erkenntnis zu schöpfen, daß Laplace doch wohl nicht das Richtige traf. Diese Quelle ist und bleibt tatsächlich das starre, seit Äonen unveränderte Mondantlitz, dessen harte Züge die Inschrift von seiner Entstehungsgeschichte bilden; freilich müßte der Schlüssel zur Lösung des Rätsels gefunden werden, wie vor Jahrzehnten der Schlüssel zum Verständnis der Keilschrift gefunden worden ist.

Zu Zeiten, da die Mondkunde auf den ersten Stufen ihrer Entwickelung stand und die Mondforscher mit der Herbeischaffung von Tatsachenmaterial weitaus genug zu tun hatten, konnte die Spekulation allerlei erlaubte Seitensprünge wagen, ohne Gefahr zu laufen, daß sie von den Ergebnissen der direkten Betrachtung des Gegenstandes Lügen gestraft würde. Seit zwanzig Jahren aber oder noch kürzer kann sich die Selenographie rühmen, Anzeichen die Menge gefunden zu haben, welche die alte Meinung, der Mond sei ein Ableger der Erde, ganz gründlich umstoßen. Alle Versuche, unter Voraussetzung einer plutonischen Natur des Mondes und einer Materie, die der Erdmaterie direkt ähnlich sei, die Hieroglyphen des vernarbten Trabanten zu lesen, konnten nur den alleroberflächlichsten Erscheinungen gerecht werden. Da bleibt denn nichts anderes übrig, als den Wein der Erkenntnis, daß unser Begleiter nur ein spezifisches

Durchschnittsgewicht von 3,5 besitzt und offenbar keine Wegweiser nach dem Vulkanismus hin aufgepflanzt hat, einmal in neue Schläuche zu fassen und mehr die Eigentümlichkeiten der besonderen, aber nicht weniger charakteristischen Merkmale zum Gegenstande der Spekulation zu machen, als die an sich verschieden deutbare, gar zu allgemeine Kreisform der Gebirge. Heute kann man nur sagen, daß Aussicht besteht, einen derartigen Weg zu begehen.

5. Was die Zahl der Ringformen anlangt, so ist ihr Reichtum von wenigen Dutzenden auf den ältesten Karten bis zu einigen Hunderten auf Tobias Mayers Karte gestiegen. Schroeter hat wohl viele Objekte hinzugefügt, aber erst die Altmeister Mädler und Lohrmann haben ihre Zahl wirklich stark vervielfältigt. So weist Mädlers „Mappa Selenographica" 7735 Kraterformen auf, das fast gleichzeitige, unabhängige und deshalb um so mehr schätzbare Werk Lohrmanns deren 7178. Der Unterschied liegt darin, daß Lohrmann zwar ein etwas größeres Instrument besaß, Mädler aber auf Beers Observatorium ein etwas feiner darstellendes, vielleicht auch im Tiergarten Berlins bessere Beobachtungsverhältnisse; daneben muß man wissen, daß Mädlers feine „Grübchen" manchmal irrig aufgefaßt sind, während Lohrmann seine Einträge sehr objektiv so machte, wie ihm die Gegenstände erschienen. Trotz dieses Reichtums der zuverlässig beobachteten Objekte von Ringform — von denen anderen Charakters sei vorläufig abgesehen — hat Schmidt auf der 6 Fuß großen „Charte der Gebirge des Mondes" nicht weniger als 32856 derselben aufgezeichnet. Die Revisoren dieses größten Mondwerkes konnten natürlich auch dieses noch ergänzen, und der Verfasser allein hat auf einzelnen Gebieten, deren Neubearbeitung zufällig gerade an der Reihe war, weitere 4590 „Krater" hinzugefügt. Schmidt hat schon vor mehr als einem Vierteljahrhundert die Vermutung ausgesprochen, ihre Zahl dürfte 100000 erreichen, wenn es gelänge, den Mond mit 600facher Vergrößerung eingehend zu durchmustern. Diese Anschauung ist richtig, und nach des Verfassers Erfahrung bedürfte es dazu sogar nicht

Digitized by Google

mehr als halb so starker Vergrößerung. Das wichtigste Hilfsmittel ist das Auge eines erfahrenen Beobachters. Welcher Formenreichtum auf Schmidts Karte verewigt ist, kann nur derjenige beurteilen, der sie beim Studium benützt; wäre die ausgesprochene Vermutung jetzt schon verwirklicht, so entfielen auf je eine Kartenfläche von der Größe eines Zehnpfennigstückes zehn Kraterobjekte. Die Zahl der sonstigen plastischen Züge aber ist Legion; sie ist einfach mit Ziffern oder beschreibenden Worten nicht auszudrücken, und die Plastik wäre in der Schmidtschen Karte gar nicht unterzubringen.

6. Versetzen wir uns im Geiste auf den gut 5000 Meter hohen Gipfel im Westwalle des Clavius und schauen zur Zeit, wenn die Sonne einige Tage über der Gegend aufgegangen ist, ostwärts über die Eintiefung der Ebene hinweg! Die Gipfelhöhe unseres erhabenen Standpunktes kommt uns zustatten, daß wir einen fast geschlossenen Ring um die Senkung des Clavius verfolgen können. Bis an die jenseitige Grenze reicht aber der Blick nicht, denn selbst die ebenfalls 5000 m hohe Spitze des Ostwalles vermag nicht über die Höhen hervorzuragen, welche das Innere der Wallebene ausfüllen und die eigentliche Begrenzung des Horizontes ausmachen. Da ist es zunächst ein großer Krater von 28 km Durchmesser, welcher sich in 70 km Entfernung breit und den Eindruck beherrschend vor den Blick legt; seine rauhe Außenseite weist vielfache Runzeln und Ausläufer auf, deren Enden sanft in der Ebene verschwinden; seine Kammlinie dagegen hat keine nur nennenswerten Gipfel, wie sie rechts und links von uns die Kammlinie des Clavius selbst gliedern. Vor dem Zirkus sehen wir flache Bänke und gröbere Barren quer durch die Landschaft gelegt; sie sind die sich verflachenden Enden der von Norden herabsteigenden wilden Ausläufer eines zweiten Riesenkraters, der sich selbst mit wuchtiger Breite auf den ganzen Innenwall der Wallebene legt. Er ist uns näher und wir sehen seine grobgefurchte Nordwestseite, die uns gerade zugewendet ist, hier sonnenglänzend, da aus tiefen Runzeln heraus mattleuchtend, dort mit einzelnen noch nicht verschwundenen schwarzen Schatten-

resten hart und eckig herausmodelliert. Der Übergang von diesem Gewirre rauher Konturen zu dem Westwalle des Clavius selbst, der sich zu unseren Füßen ausbreitet, ist, je näher gelegen, desto wilder; links von uns liegt es wie Riesentrümmer von durcheinander geschobenen Bergausläufern, die sich nur gerade unter uns zu mehr parallel geordneten Terrassenabstürzen formen. Den Fuß unseres Walles, der etwa 30 km von uns entfernt wäre, vermag unser Blick nicht zu erreichen, denn vor uns wölbt der Innenwall seinen Abhang wie eine tiefatmende Brust weit heraus; nach wenigen groben Stufen einer urwüchsigen Absenkung gähnt scheinbar dicht hinter den schroffen Zinken der letzten Barriere, welche die Aussicht in die Tiefe begrenzt, ein Abgrund; seine Tiefe läßt sich aus dem Eindruck ermessen, den die dahinter auftauchende, sich wie die Meeresfläche an unseren Küsten emporwölbende Ebene auf den Beschauer macht. — Auch nach rechts erkennen wir einen Riesenkrater, auf dessen Umfang die Kammlinie des Clavius senkrecht stößt, so daß wir erkennen, der Krater habe eine weite Unterbrechung des Hauptwalles zuwege gebracht. Beide große Gebilde, die wir gegen Süd- und gegen Nordosten aufsteigen sehen, verdecken den weiteren Verlauf des Hauptkammes; nur nach vornhinaus reicht der Blick weiter: Im Ostsüdosten ist eine schmale Lücke geblieben, durch die er über trümmerartig ausgebreitete Massen in 75 km Entfernung, wo hier die eigentliche Begrenzung des Horizontes liegt, noch hinausträgt und die zackige Linie des in 170 km Distanz herumziehenden Südostwalles erreicht. Auch gegen Ostnordosten hin erkennen wir noch die Silhouette des großen Walles als weißglänzenden Rand auf schwarzem Himmelsgrunde. Gleich rechts hinter dem zuerst genannten Krater, welcher die Aussicht gegen Osten absperrt, taucht in 110 km Sehweite eine zweite derartige Formation auf, wieder umsäumt mit flach wellig sich hinziehenden, kleinen Unebenheiten.

Wenden wir den Blick rückwärts, so gähnt uns wohl keine mächtige Tiefe entgegen; aber das Auge wird geblendet von all dem Glanze, der von dem uns entgegenflutenden Lichte der Sonne ausgeht, und von dem blendenden Weiß der nahen und stark re-

flektierenden Abhänge; das Auge schmerzt, da es die Kontraste zwischen dem Glanz, der uns allerseits umstrahlt, und den tiefschwarzen Schatten in schroffen Tiefen unter uns und dem ebenfalls schwarzen Himmel über uns nicht erträgt; der Blick wird verwirrt, wenn er das Chaos von Unebenheiten durchdringen will, das sich in Terrassen, in- und übereinandergeschobenen Ringformen, Kratern, Brüchen und sonstigen Terrainformen in unübersehbarer Vielfältigkeit ausdehnt. Wir müßten einen vielmal höheren Standort einnehmen, wollten wir einigermaßen

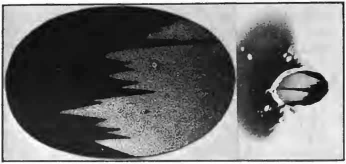


Fig. 31. Fig. 32.
Schattenfigur in der Wallebene Plato
nach Fauth (Morgenbeleuchtung). nach Weinek (Abendbeleuchtung).

einen klaren Überblick bekommen über alle die Bilder, die sich in kulissenartigem Gedränge stauen. Und wir irdische Beschauer haben es somit recht bequem, daß wir aus höchster Höhe, aus vollendetster Vogelperspektive unseren Überblick nehmen können — von der Erde aus durch das Fernrohr. Sind wir in diesem Sinne aber auch gut daran, so müssen wir die Bequemlichkeit der Orientierung doch teuer erkaufen durch den Mangel an genügender „Annäherung", denn wir haben gehört, daß uns der interessante Mond nur bis auf sehr wesentliche Entfernungen nahe gerückt werden kann.

Besteigen wir den höchsten Westgipfel der Wallebene Plato (97 km Durchmesser) und betrachten uns die Situation dieses über 2000 m eingetieften Riesentheaters, so ist der Anblick ein ganz

anderer als im Falle des Clavius. Zwar bietet auch der Wall zu unseren Füßen vor- und rückwärts großartige Eindrücke, hier durch seinen fast unvermittelten, kaum nennenswert abgestuften Absturz in die bodenlose Tiefe, die sich wie eine weite Seefläche gegen Osten dehnt, dort durch eine wild zerklüftete Berglandschaft von grobem Bau und massigen Einzelhöhen. Aber sowohl der Verlauf des Wallrandes selbst, wie die Ebene, welche er einschließt, sind gänzlich anders. Die Kammlinie erinnert lebhaft an die Zackenlinie des Alpenzuges am fernen Horizonte (siehe die Schattensilhouette)[46]. Da sind auf der Westseite gleich eine ganze Reihe alpiner Gipfel zu nennen, von denen die drei höchsten 1550, 1950 und 2200 m erreichen; dazwischen gibt es mindestens noch sieben andere von geringerer Höhe, deren Kontur aber doch den alpinen Charakter verrät. Unter den Pässen zwischen den steil ansteigenden Spitzen hat einer kaum 500 m, ein anderer wohl nur gegen 900 m Höhe über der Innenfläche. Die in der Schattenfigur deutlich erkennbaren Zacken belehren uns, daß in dem westlichen Viertelumfange Platos etwa alle 7 km eine bedeutende Spitze auftritt. Lassen wir den Blick nach Osten schweifen, so sehen wir vor uns eine wirkliche Ebene mit kaum auffälligen Einzelheiten; sie dehnt sich fast bis zum Horizonte aus und wird rings von einem welligen, in der Ferne mit dem Fuß freilich unter den Gesichtskreis tauchenden Walle umgrenzt, dessen östliche höhere Teile wenig über den scheinbar und in Wirklichkeit aufgewölbten Plan des Plato hervorsehen. Eine bedeutende Spitze ist darunter hervorragend, die sich 2200 m hoch erhebt, ein richtiger Pik, südlich von zwei Gipfeln, nördlich von einem Gipfel untergeordneter Bedeutung flankiert. Vor uns liegt in 45 km Entfernung eine flache Beule, die wir mit bewaffnetem Auge als eine kleine Kraterform von etwa 3 km Durchmesser erkennen; rechts daneben tritt noch ein solches Gebilde in die Erscheinung, und wenn wir genau hinsehen, kann uns das Fernrohr noch ein halbes Dutzend sehr flacher, ähnlicher Unterbrechungen des öden Einerlei der Platoebene zeigen. Nur einige graue Flächenteile von unsicherer Begrenzung und die dem Blick erreichbaren Details der Wallabstürze bieten einige Abwechselung. Wie hier wenige

der bescheidensten „Krater"-Bildungen — Näheres über Platos Innenfläche siehe später! — über den sozusagen glatten Mondboden verstreut sind, so sind im Clavius Dutzende dieser Gebilde zu zählen, deren größtes, wie oben bemerkt, 28 km mißt. Die im übrigen fast nicht gestörte Einebnung der Fläche weist uns darüber aus, daß die ehemals sicher mehr konkave Tiefe von

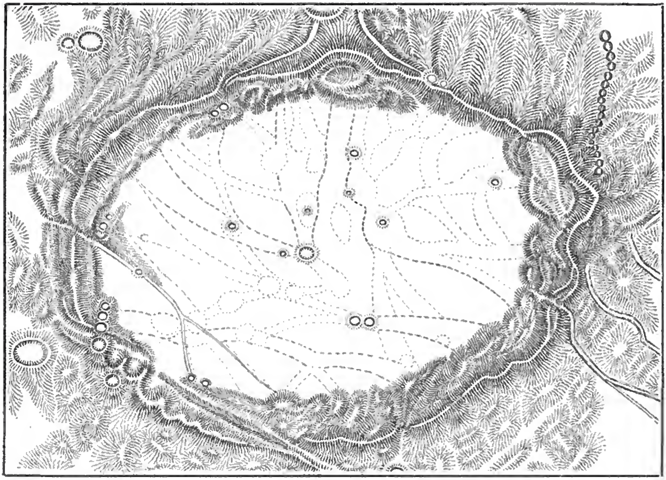


Fig. 33. Karte der Wallebene Plato von Ph. Fauth (1 mm = 3030 m).

unten ausgefüllt worden sein muß; nur ist es eben nicht notwendig, als Material der Füllung das beliebte „feuerflüssige Magma" eines Mondkernes anzunehmen.

Wieder ein etwas anderes Bild gewährt ein vollkommen ausgebildeter Krater, wie **Kopernikus**, von welchem eine bedeutende Verkleinerung meiner Karte hier wiedergegeben ist; leider hat sie der Deutlichkeit der Darstellung wesentlich geschadet; das Original hat den Maßstab 1:450000[47]). Hier haben wir bei einem Durchmesser von nur 90 km zugleich in der westlichen Kuppe A des Hauptkammes einen vorzüglichen Standort, um von

3400 m Höhe aus (fast Ortlerhöhe über dem Meere!) sowohl die Eintiefung, als den ganzen Wall zu übersehen. Vor uns, mitten im Kessel, erheben sich mehrere fast ganz voneinander getrennte Gipfel, deren östlicher etwa 675 m Höhe erreicht; der uns nähere,

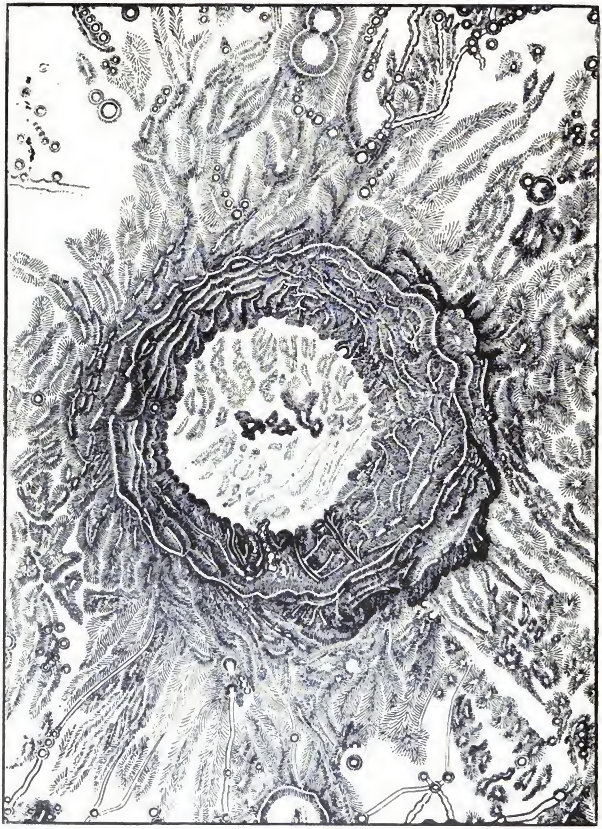


Fig. 34. Karte des Ringgebirges Kopernikus von Ph. Fauth (1 mm = 1540 m).

westliche Berg erreicht noch nicht 600 m; die ganze Gruppe gleicht einem Haufen von lose angesammelten Trümmern und ist etwas total anderes, als was man sich unter dem Auswurfskegel eines

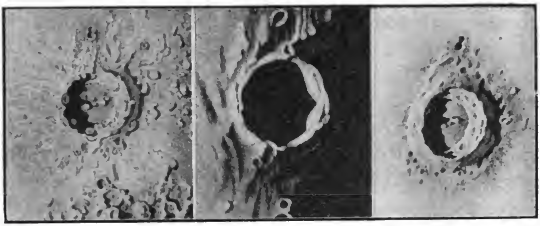
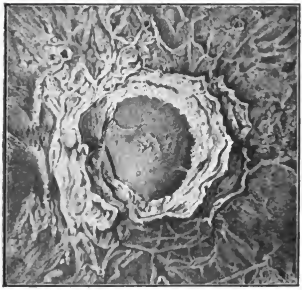


Fig. 35. Fig. 36. Fig. 37.
Kopernikus nach Tempel 1860; Hefti 1882; Weinek 1884.
(Originalgröße.)



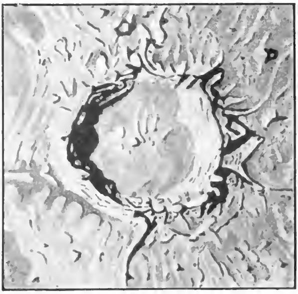


Fig 38. Fig. 39.
Kopernikus nach P. Ang. Secchi und E. Neison.
(Halbe Größe der Originale.)

Vulkans denkt, obwohl der Name „Zentralgebirg“ für die Hügelansammlung im Kopernikus gebräuchlich ist. Von unserer Warte A aus haben wir nicht bloß die Möglichkeit, über diese Erhebungen hinaus die jenseitigen Grenzen der „Ebene“ zu verfolgen; wir erkennen auch eine starke Verschiedenheit der nördlichen und süd-

lichen Hälfte derselben. Jene ist mit äußerst flachen, langgezogenen Wellen bedeckt, deren Zugrichtung im allgemeinen von Südost gegen Nordwest geht; diese aber hat eine große Anzahl Kuppen und Beulen, die anscheinend regellos verstreut sind, aber doch wieder zu Gruppen sich vereinigen lassen, als ob Schollen in Gruppen und Strängen zusammengeschwemmt worden wären. Das im ganzen flache Innere des Kopernikus weist auf Niveaubildung im Flüssigen hin; aber wiederum ist es angesichts des sonderbaren „Zentralgebirges" und verschiedener anderer Charakteristiken nicht angängig, plutonische Kräfte zur Erklärung heranzuziehen. — Ringsum schweift das Auge über eine mit verschwenderischer Fülle von topographischen Formen ausgestattete Terrassenlandschaft des inneren und äußeren Wallabsturzes; ein Wirrsal von Parallel- und Quertälern, von Wülsten, Graten und Zinken tut sich auf, untermischt mit Schluchten und Kratersenken. Der Wallkamm selbst, der bei Clavius schon stark deformiert und vielfach von selbständigen Mondformen unterbrochen war, ist hier weit von der Kreisform entfernt. Deutlich ausgeprägt sind vielmehr etwa 11 Ecken; es gibt ziemlich gerade, aber auch konvex nach innen gebogene Kammstrecken. Wie bei Plato im Osten eine Art „Bergrutsch" die Umfangslinie deformierte und eine große Masse des Walles in der entstandenen Bucht aufgestaut sitzen ließ, so sind bei Kopernikus dem höchsten Kamme im Südosten an zwei Stellen ähnliche Massen entglitten — wenigstens dem Augenscheine nach. Gerade in dem Baue des komplizierten Terrassensystems des vollkommensten „Mondkraters", der sich zugleich dem Auge im Fernrohre am schönsten präsentiert, findet jede der bisher bekannt gewordenen Erklärungen der Wirkung lunarer Bildungskräfte ihr Hindernis; keine ist imstande, auf dem Boden der plutonischen Anschauung die Rätsel seiner Gebirgskonstruktion zu lösen — vielleicht gerade deshalb, weil die Züge — fremdartig, wie ihre Entstehung — in unveränderter Ursprünglichkeit erhalten geblieben sind.

Wir könnten noch manche besondere Züge des Mondantlitzes vorführen; auf dem Kopernikusgipfel brauchen wir z. B. nur weit nach Westen hinaus mit dem Fernrohre die Landschaft ab-

zusuchen oder vom Westwalle des Theophilus aus das nahe Ufer des Mare nectaris zu durchmustern, so würden uns massenweise auftretende Kraterminima an das blasige Aussehen des Bimsteins oder der Badeschwämme erinnern; andere Gegenden, wie beim

Fig. 40. Kopernikus nach Prof. Prinz' Vergrößerung. (Halbe Größe.)

Vorgebirge Argäus, würden aussehen wie eine vielfach geborstene Eisdecke u. s. w.; aber die Formen sind nicht bloß in ihren allgemeinen Zügen sehr zahlreich, sie sind erst recht im kleineren Bau zahllos, so daß wir uns begnügen, die Bilder in dem für sie möglichen Maße wirken zu lassen.

7. Noch einer ganz eigenartigen Klasse von Gebilden müssen wir Erwähnung tun, weil sie eine Zeitlang als solche galten, die

am ehesten Aussicht böten, Veränderungen wahrnehmen zu lassen, und die tatsächlich als jüngste Erzeugnisse der lunaren Kräfte anzusehen sind: es sind die „*dunklen Flecken*“ von fast schwärzlichem Aussehen. Man wollte in ihnen Ausflüsse dunkler Lavamassen sehen, die sich in Niederungen angesammelt hätten; dabei ist man aber nur in wenigen Fällen imstande, Vertiefungen zu erkennen, hat in anderen Fällen sogar Grund, einen erhöhten Boden anzunehmen. Solcher Flecken von oft ziemlich runder

Fig. 41.
Alphonsusfleck nach Klein.

Fig. 42.
Alphonsus nach Photographie.

Begrenzung gibt es in dem Gehügel südwestlich von *Kopernikus*, im Nordosten desselben, in der Ebene gegen *Gambart C*, am Ostrande des *Mare nectaris*, im Atlas und *Alphonsus* (siehe Abbildung), im *Petavius*, *Schickard*, *Riccioli* u. s. w., während *Crüger*, *Billy*, *Endymion*, *Vendelinus* und *Grimaldi* überhaupt eine *glatte, dunkle Marefläche* haben, so daß von ihnen bis zum *Mare crisium* usw. nur ein Schritt ist. *Daraus ergeben sich ebenfalls logische Folgerungen für die Bildungsvorgänge*, welche die mit glatten Flächen ausgestatteten Ringformen erzeugt oder in anderen Wallebenen Wahrzeichen letztperiodischer Wirkungen in Gestalt der schwärzlichen Stellen hinterlassen haben. Vielfach sieht man inmitten oder wenigstens

Digitized by Google

innerhalb der Flecken Kraterchen — sie können schließlich auch an deren Umrandung gesehen werden —, welche als die natürlichen Ausgangspunkte der dunkeln Materie angesehen werden; nur wiederum braucht dort keine „dunkelfarbige Lava“ ausgeflossen, auch keine „dunkle Asche“ in dünner Lage ausgebreitet worden zu sein, denn einmal kann man mit Fug fragen, warum denn grade die feinen Wälle der Kraterchen und einzelner Hügelwellen weiß geblieben seien, und zum anderen wissen wir aus vorangängigen Erläuterungen, daß man heute auf dem Boden veralteter plutonischer Experimente keine physikalischen Mondprobleme mehr löst. Wir kommen weiter unten auf einen ganz naheliegenden Weg zu sprechen, der nicht nur diese Frage mit verblüffender Einfachheit berührt, sondern auch eine Reihe Seitenwege abzweigt zu anderen verwandten Problemen und wert ist, einmal begangen zu werden.

V. Die übrigen Erhebungen und die Rillen.

Eine ganz absonderliche Mondgebirgsart stellen die Massengebirge vor, obwohl sie, in flüchtiger Übersicht betrachtet, den irdischen Hochländern von großer Flächenausdehnung sehr ähnlich gestaltet erscheinen mögen. Unsere Aufgabe der Erforschung fremder Welten wäre aber schlecht gelöst, wollten wir uns am Augenschein genügen lassen und nicht den Maßstab der Kritik an alle Erscheinungen anlegen, die zur Untersuchung geeignet sind. Gerade der Zweifel ist ja der einzige Führer ins Unbekannte und die segensreiche Triebfeder zu unseren Arbeiten. Im vorliegenden Falle kommt ihm gar hilfreich die Beobachtungstatsache entgegen; und diese ist nicht einmal schwer zu gewinnen. Man kann ohne wesentliche Einschränkung behaupten, die als typische Beispiele von „Gebirgsländern" aufzuzählenden lunaren Apenninen, Alpen, Kaukasus, Hämus, Karpathen, Riphäen u. a. m. seien den irdischen Gebirgen im Bau so unähnlich als möglich. Wollen wir den Hochländern entsprechende und inhaltsreiche Bezeichnungen geben, so könnten wir etwa so sagen: Die sogenannten Apenninen (vgl. unsere Abbildung 3) bilden ein Konglomerat von Erhebungen und Tiefen (oder besser „Zwischenräumen") auf einer im ganzen gegen Süden leicht geneigten, schiefen Unterlage. Diese selbst dürfen wir als Scholle der ehemaligen Mondschale (wir vermeiden absichtlich den Ausdruck „Mondkruste") betrachten, die durch irgend einen, jetzt nicht näher zu deutenden Einfluß eingebrochen und von dem nördlich davon untergesunkenen und dann wieder auftauchenden (aber gegen Süden etwas verschobenen) Schollenstück ein wenig mit in die

Höhe gehoben wurde. So sehen wir einerseits die Apenninenbasis als schräg aufgestaute Fläche, andererseits die Ringformen des Mare imbrium als nicht mehr völlig emporgekommene, d. h. vom Mondmateriale überschwemmte (zum Teil ausgefüllte — Archimedes!) noch ältere Erhebungen von der Art der übrigen erklärt, — „erklärt" natürlich auf dem Boden derjenigen Anschauung, welche an Stelle des „Magmas", für das auf dem Monde kein Raum ist, eine andere Flüssigkeit setzt, welche ebenfalls die erforderliche Ausbreitungsfähigkeit und die Eigenschaft späterer Verfestigung hat; wir wollen einstweilen nur Gesichtspunkte sammeln, welche die Annahme des neuen Stoffes mit sanfter, aber wachsender Gewalt aufzwingen mögen.

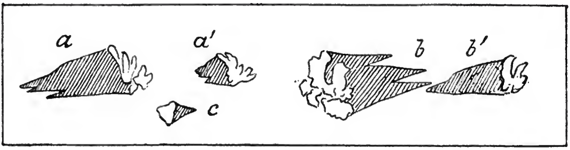


Fig. 43—47. a, a' Pico; b, b' Piton; c Lambert NW.

Da ist zunächst außer der auch bei der Alpenscholle und in geringerem Maße wohl auch bei der Karpathenscholle zu erkennenden Aufstauung von der Mareseite her bei allen Massengebirgen und vornehmlich deutlich bei den Alpen die völlige Auflösung der Höhen in lauter Gipfel und Rücken in die Augen fallend. Auf Erden gibt es dergleichen nicht — oder doch! z. B. im griechischen Inselreiche, wo auf dem Niveau des ägäischen Meeres die Inseln, Inselchen und Klippen herausragen wie Warzen, Beulen, Berge, Piks. Ein gleiches Bild geben die Inselscharen an der norwegischen, schwedischen und finnischen Küste. Von Basis zu Basis bildet das Meer einen ebenen Boden; die Höhen steigen nicht in sanfter Böschung, sondern unvermittelt aus der Fläche. Genau so verhält es sich in dem großen Gebiete, das die lunaren „Alpen" bedecken. Hier sind über eine hellfarbige Fläche Einzelberge und Gruppen von Hügeln zerstreut und steigen aus dem Boden auf wie Inseln; nur der östliche Hoch- und Steil-

rand der Scholle hat hochaufgeschichtete gröbere Massen, die aber auch keinerlei Zusammenhang zeigen wie irdische Hochländer, zumal wenn wir bedenken, daß das irdische Alpenmassiv auf unseren Karten nicht in seiner ursprünglichen Gestalt dargestellt ist,

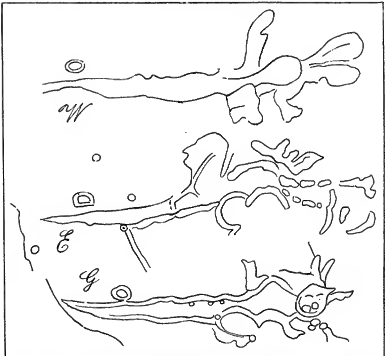


Fig. 48, 49, 50. Situation des Alpentales nach Webb (W), Elger (E) und Gaudibert (G).
(Etwas vergrößerte Wiedergabe der Originale.)

sondern zersägt und zerfressen von jahrtausendelanger Wirkung des fließenden Wassers; dagegen stellt sich die lunare Topographie in ihrer ganzen Jungfräulichkeit dar. Die Alpenscholle zudem ist zweimal geborsten: einmal an ihrem Hauptbruchrande im Osten, wo die hohen Spitzen und Steilhänge liegen, und dann quer durchgebrochen, wo wir das heutige große „Tal der Alpen" von etwa 10 km Breite und über 130 km Länge sehen (vergl. unsere Abbildungen)[48]. Die geringe Tiefe dieser breiten Lücke

Digitized by Google

und ihr völlig ebener Boden berechtigen zu der Ansicht, daß das Bersten der Scholle ein Empordringen des Flüssigen bis fast zum Rande des Bruches ermöglicht habe; der Spalt hat sich zunächst aus Gründen einer Verschiebung, sodann infolge der Verstopfung des Bruches mit festem Trümmermaterial gegen das Ostende zu nicht mehr geschlossen, und die geringere spezifische Schwere der verfestigten gegenüber dem noch flüssigen Materiale

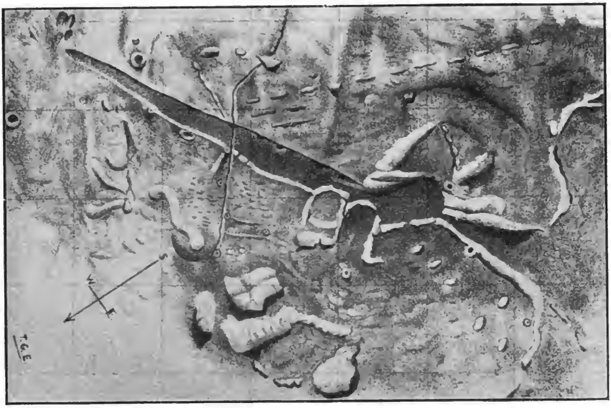


Fig. 51. Das große Tal der Alpen.
(Gez. von Th. Gwyn Elger am 25. Januar 1885.)

war schuld daran, daß die Schollenhälften nicht mehr bis zum Niveau des Flüssigen einsanken, woran sie im übrigen ostwärts durch das Untergreifen der untergetauchten Schalenteile und Trümmerstücke gehindert wurden. Die Karpathen weisen auch nur auf der Mareseite Hochflächen, Steilabfälle und zertrümmerten Schollenrand auf; „landeinwärts" sehen wir das Kleinzeug hügelartiger Trümmer lose und weithin verstreut. Nun gibt es gleichwohl auch Beispiele größerer Massenerhebungen, wie sie ja schon den Apenninen nicht abzusprechen sind; auch der Kaukasus weist sie auf. Aber bei Licht betrachtet sind es wiederum nur

Regionen, bei denen der Zusammenhang der Teile untereinander fehlt oder durch sekundäres Gehügel angedeutet ist; überall leuchtet das allgemeine Niveau des Mondbodens durch und bildet das, was wir auf der Erde Tal und Ebene nennen, was auf dem Monde aber richtiger als allgemeine Basis der Höhen, oft nur als Zwischenraum zwischen ihnen zu bezeichnen wäre. In welcher

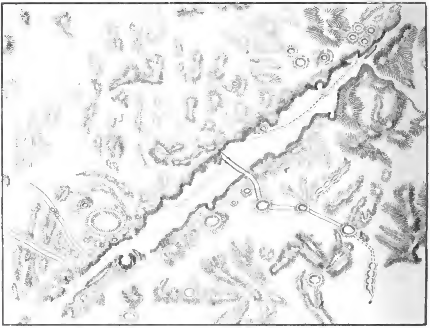


Fig. 52. Karte des Alpentals von Ph. Fauth (1 mm = 960 m).

Weise wir uns nun die Katastrophe des Aufstauens von Schalenteilen des Mondes eingeleitet denken, wollen wir aus einem weiteren Beispiele an unserem Trabanten erkennen lassen. Das verhältnismäßig kleine **Mare nectaris** wird in weitem Bogen von dem scheinbar riesigen Parallelzuge des **Altai** umschlossen, dessen innerer Absturz von **Piccolomini** bis **Tacitus**, für den Mondkenner aber wohl noch viel weiter zu verfolgen ist. Hier ist es sozusagen mit Händen zu greifen, daß die ganze Innenfläche einmal als Ganzes eingesunken ist und — im Vergleiche

Digitized by Google

Fig. 53. Mare nectaris und nördliche Nachbargegenden (vgl. auch Fig. 9 und 32).

zu lunaren Dimensionen — ein wenig tiefer im Niveau stehen oder „schwimmend aufliegen" blieb. War der Vorgang beim Mare imbrium ebenso? Ja, darf man jetzt fragen, war er beim Mare serenitatis — war er bei den jetzigen Mareflächen überhaupt so? Ja und nein; denn die Mare im allgemeinen sind glatt, weil überflutet geblieben; das erstgenannte Hinunterbrechen hat sich aber beim Mare nectaris später wiederholt und ihm dabei den jetzigen Charakter gegeben — alles natürlich mit jenen Einschränkungen und Erweiterungen des angedeuteten Gedankenganges, die im Falle der Betrachtung jedes einzelnen Gebildes notwendig sind; die Überleitung zum Grimaldi, Clavius und ähnlichen Riesenwallebenen ist damit gegeben, nicht aber freilich die Grenze, wo an Stelle der Niederbrüche auch „Ausbrüche" zu treten haben, um die Plastik des heutigen Mondbodens verständlich werden zu lassen.

2. Noch zwei höchst bezeichnende und daher selenologisch wichtige Formen gibt es, die wir dem Besitzer einer genaueren Mondkarte oder gar eines Teleskops zum Studium empfehlen: isolierte Plateauflächen und Einzelberge bzw. -Bergstöcke. Um von den ersteren nur die allerauffälligsten Beispiele zu nennen, seien folgende angeführt: Eine Scholle mit zahlreichen aufliegenden Unebenheiten und Vertiefungen nördlich Kopernikus und westlich Gay Lussac; eine noch schärfer umrissene Bergmasse nördlich des Euclides, von den übrigen Riphaen völlig getrennt und mit glattem Umfange aus dem Mare wachsend; eine mit den genannten gleich große Scholle im Nordwesten des Fra Mauro, sichtlich aus dessen Wall herausgebrochen und zur Seite gedrängt; eine etwa dreieckige große Insel östlich des Hippalus im Mare humorum und andere ähnliche. Allen ist das freie Aufsteigen aus glatter Ebene und die scharfe Trennung von den benachbarten Höhen gemeinsam; sie sehen aus, wie auf den Boden aufgelegte Platten oder besser, wie im Flüssigen eintauchende und darin festgewordene flache Inseln. — Gehen wir in der Größe solcher eigenen Bergpartien herunter, so treffen wir auf solche, die mehr mit Hügelgruppen Ähnlichkeit

haben, wie die Harbingerberge am Sinus iridum oder die Längszüge südöstlich von Plato; man mag auch die zerstreuten Plateau- und Bergmassen südlich Archimedes oder das Südende des Kaukasus hierherzählen, zu welchen Beispielen man noch viele Verwandte nennen kann. Augenfälliger können wir aber noch von der ausgeprägten Eigenart dieser Höhen überzeugt werden, wenn wir folgeweise ins Auge fassen: Die Berge nordwestlich von Aristarchus, den Pico und Piton bei Plato, den Lahire östlich, die Spitze westlich von Lambert und andere (vgl. Fig. 21—27 u. 46—50). In diesen Fällen steigt unvermittelt eine einzelne Spitze oder eine in mehrere Gipfel geteilte Bergmasse empor und wirft bei Sonnenauf- oder -Untergang einen mächtig langen Schatten hinter sich; einige Zentralberge großer Ringgebirge befinden sich im gleichen Falle. Nun muß man sich freilich nicht durch den Augenschein bestechen lassen, denn alle diese „Piks" sind trotz der überraschend spitzigen Schattenfiguren ebenso überraschend flach, wie folgende Betrachtung lehrt. Pico hat an seiner Basis 20—25 km Breite und erhebt sich bis zu 2400 m, so daß das Verhältnis der Höhe zur Breite am Fuße wie 1 : 8 oder 1 : 10 ist; Piton, 25 km breit und 2100 m hoch, besitzt das Verhältnis 1 : 12, Lahire mit 1450 m Höhe bei 18 km Basis 1 : 12,4 und die Spitze Gamma bei Lambert mit 1050 m bei 6 km Basis 1 : 6 etwa. Die scharfbegrenzten Hochflächen und die isolierten Piks mit ihrer weißen Färbung erscheinen uns als einst im Flüssigen schwimmende, mit dem größten Teile ihrer Masse untertauchende Massen, die bei der Erstarrung der Mare eben nur noch ihre oberen Teile hervorragen ließen. Das ganze Alpengebirge besteht aus lauter solchen Piks, die im letzten Grunde aber auf der Scholle im Flüssigen sitzen gebliebene Trümmer sind.

3. Wenn wir nunmehr noch eine letzte Form lunarer Gestaltung betrachten, so geschieht das sowohl deswegen, weil sie eine sehr häufig auf der Karte vertretene, aber am Monde noch viel häufiger vorkommende Erscheinung darstellt, als auch, weil wir einen neuen Gesichtspunkt über die Festigkeit des Mondmaterials gewinnen. Es handelt sich zum Schlusse um die Brüche,

Spalten oder „Rillen", die mit Flußläufen oder ähnlichen Bildungen nichts zu tun haben. Sie verraten sich dem geübten Auge durch ihre „umgekehrte Plastik". Während die Höhen auf der Seite, welche der Sonne näher liegt, hell, auf der abgewandten Seite dunkel sind, ist es natürlich bei Vertiefungen umgekehrt; freilich können die Rillen gegen die Richtung des Sonnenlichtes so ungünstig ziehen, daß von Licht und Schatten kaum Spuren erkannt werden; dann ist über die wahre Natur dieser Formen nur nach langen Untersuchungen ein Urteil zu gewinnen. Man hat die Rillen mit irdischen Schluchten verglichen und das Rheintal zwischen Bingen und Koblenz, klammartige Spalten, wie die Via mala des Hinterrheins, oder gar das Cañon des Colorado zum Vergleiche herangezogen. Nach Kenntnis vieler Hunderte gut sichtbarer Rillen halten wir aber dafür, daß diese Vergleiche um so unzutreffender sind, je mehr sie sich dem am Monde so vielfach trügenden „Augenscheine" nähern. Wollen wir etwa das Rheintal unterhalb Koblenz und die ganze oberrheinische Tiefebene als Extreme nach den beiden Seiten der Eintiefung oder Flachheit ins Auge fassen, so werden wohl die Typen der Mondrillen zwischen diese Grenzen fallen. Ob die allerfeinsten Risse in der Mondschale noch steiler und tiefer seien, kann kein Mensch beurteilen, da man froh sein wird, das ganze Objekt überhaupt wahrzunehmen. Da gibt es nun zwei deutlich unterscheidbare Typen, den der flachen und breiten, und den der schmalen und nach ihrer Tiefe schwer, ja gar nicht bestimmbaren Risse oder Brüche. Das „große Tal" bei Herodot ist neben dem oben schon erwähnten „Tal der Alpen" das gröbste und deshalb auch zuerst entdeckte Gebilde dieser Art; die 300 km lange Ariadäusrille (vgl. Figur 14), die Hyginusrille (vgl. Figur 14), der breite Kanal am Fuße des Plinius, die drei Hauptrillen bei Hippalus (vgl. Figur 20), der 270 km lange Bruch zwischen Hesiodus und Capuanus, das mächtige Bruchtal innerhalb des Petavius u. a. gehören hierher. Die schmalen, manchmal auch sehr langen, manchmal so kurzen als feinen Brüche sind am zahlreichsten. Der Rillenkomplex neben Triesnecker[49] (vgl. Figur 14), die Brüche im Posidonius[50]) und Gassendi[51]) und Ramsden[52])

Fig. 54. Karte des Ringgebirges Gassendi von Ph. Fauth.

(1 mm = 940 m.)

Digitized by Google

sind Beispiele dieser Art. Was die Rillen selenologisch hochinteressant macht, ist ihr zahlreiches Auftreten um die Senkungsgebiete herum oder innerhalb der Senkungsflächen (Gassendi!); mit Evidenz tritt diese Erscheinung am Umfange des Mare humorum und Mare serenitatis zutage. Wo sie zu fehlen scheint, haben wir eine verwandte Bildung, die langgestreckten und flachen Bergadern, die im Mare serenitatis, humorum, nectaris treffliche Zeugen ehemaliger Bruchlinien vorstellen, die einigermaßen parallel zum Ufer ziehen. Auch die vom Ringgebirge Lambert nach Südwesten, Nordwesten und Nordosten in kühn geschwungenen, Sförmigen, flachen Bogen ziehenden Hügelreihen sind nichts anderes als ehemalige Bruchlinien, ausgefüllt, ja überfüllt vom Flüssigen, das aus der Tiefe drang und erstarrte. Hier stehen wir gerne zur Anschauung Meydenbauer-Thiersch vom Falle meteorischer Massen, die den Anstoß zur Sprengung der Mondschale gegeben haben mögen; seitdem Prof. Prinz[53]) an zahlreichen Experimenten und Beispielen die Richtigkeit des Augenscheines nachgewiesen hat, daß spröde Massen mit Vorliebe vom Orte des Stoßes oder des geringsten Widerstandes gegen einen zerstörenden Vorgang aus nach drei Seiten hin Sprünge bekommen, ist die häufige Dreistrahligkeit der Bergadern, wie um Lambert, sowie auch die Häufigkeit der Dreieck- und Sechseckform von Ringgebilden (Godin, Ptolemäus und viele andere) kein schwieriges Rätsel mehr. Rillen sind im allgemeinen als sekundäre, als nachträgliche Bildungen anzusehen, die uns helfen, die Sprödigkeit des festen Mondmaterials klar zu verstehen. In diesem Zusammenhange wäre es am Platze, auch der plötzlichen Abstufung der Ebene zu gedenken, wie sie sich bei Thebit findet und als „lange Wand" (125 km) oder bei den Engländern als „Eisenbahn" bekannt ist; der Steilabsturz liegt gegen Osten, so daß sich nur im ersten Viertel des Mondes Schatten entwickelt; genaue Untersuchungen des Verfassers haben hier am Fuße der Wand die Bruchlinie und einige bemerkenswerte Details erkennen lassen, nachdem schon Gaudibert den Bruch an sich kannte. Ein ähnlicher Fall liegt vor am Westufer der Hauptrille bei Cauchy und noch etwas Verwandtes, wenn auch ohne Rille, westlich von

Cassini. Zur Würdigung dieser Einzelheiten brauchen wir in Erinnerung an das oben Gesagte über die Entstehungsmöglichkeit dieser Terrainstufen kaum ein Wort zu verlieren. — Wir haben schon bemerkt, daß die breiten Täler natürlich zuerst entdeckt wurden. Schroeters bedeutende Beobachtungsmittel gaben hierzu den Anstoß; er fand 11 Rillen. Mit der Verbesserung des achromatischen Fernrohres und der Erkenntnis des Rillencharakters stieg ihre Zahl. Mädler hat deren 77 verzeichnet, Lohrmann mit etwas größeren Mitteln sogar 99; Schmidt hat uns auf seiner Karte nicht weniger als 348 dieser äußerst schwierig zu untersuchenden Dinge mitgeteilt. Daß ihre Zahl damit nicht erschöpft sei, hat Schmidt in der Vermutung ausgesprochen, es gäbe deren wohl 500. Die Nachfolger haben wohl einige dazu gefunden, wenn sie auch wahllos verzeichnet wurden; so hat Gaudibert auf seiner Karte von 1885 deren 324 (zumteil neue), Neison 1881 deren 366 insgesamt angegeben. Aber erst eine so eingehende Bearbeitung der Topographie des Mondes, wie sie in kleinen Bezirken von L. Brenner in Lussinpiccolo betrieben wurde, wobei ca. 360 neue Rillen gefunden wurden, oder wie sie vom Verfasser in großem Maßstab systematisch betrieben wird, um eine Karte von 3,5 m Durchmesser zu erzielen, ist imstande, auch über die Anzahl der Rillen im einzelnen und der Bruchzentren im allgemeinen die Klarheit zu gewinnen, welche in selenologischer Hinsicht wünschenswert ist. Auf diesem Wege hat der Verfasser in einem kleinen Teile der Mondoberfläche weitere 1258 Rillen gefunden, die mit den Schmidtschen zusammen über 1600 dieser Formen ausmachen.

VI. Vom Erreichbaren zu den Schlußfolgerungen.

Wenn es nach den vorausgegangenen Darlegungen schon schwer ist, auf dem Wege der Fernrohrbeobachtung in die Natur der geheimen Gestaltungsvorgänge an der Außenseite des Mondes und ihre Resultate einzudringen, so sollte es im ersten Augenblicke verwunderlich scheinen, wenn man gar über Luft und Wasser auf diesem fernen Weltkörper reden will. Aber hier kommen physikalische Eigenschaften des Flüssigen zu Hilfe, deren Äußerung auch unter den sehr sonderbaren lunaren Verhältnissen ungeändert bleibt, nämlich Lichtbrechung und Verdunstung. Eine Atmosphäre[54]) von nur entfernter Ähnlichkeit mit der unseren inbezug auf ihre Masse hätte sich auf dem Monde schon frühe durch Trübungen besonders tiefer Senken, durch Verweichlichung der Schattenschwärze und -umrisse und durch Hervorrufung einer sehr deutlichen Dämmerung verraten. Außerdem wäre der dann gewiß vorhandene Wasserdampf in Verdichtungen, Nebeln oder Wolken sichtbar geworden und zwar gerade dort, wo uns doch erfahrungsgemäß die Einzelheiten absolut unverschleiert und wunderbar klar entgegentreten, an der Beleuchtungsgrenze. Wir erinnern auch daran, daß Wasserflächen von nur einiger Ausdehnung direkt gesehen werden könnten. Aber nichts von alledem hat sich bisher gezeigt. Einige sehr vorsichtig aufzunehmende Mitteilungen der älteren Beobachter, welche in gewissen Fällen eine nebelige Trübung oder an gewissen Punkten Andeutungen eines Dämmerungssaumes gefunden haben wollen, sind nicht hinreichend, die Bedenken zu zerstreuen, welche in einer bekannten Unvollkommenheit der Objektivgläser ihren Grund haben; und bezüglich einer bestimmten Art von Dämme-

rung haben sich, wie Verfasser aus eigenen Erlebnissen weiß, Gesichtspunkte ergeben, welche die Zuhilfenahme von Luft unnötig machen. Trübungen sind in gewisser Form in jedem Mondmonate sehr deutlich zu verfolgen, wenn nämlich die Sonne über weißlich erglänzenden, tiefen Kraterebenen aufgegangen ist. So sehen wir das sonnenbeschienene Innere des tiefen Theophilus, des Tycho und Kopernikus gänzlich in Licht aufgelöst, und es macht auch dem geübtesten Auge bedeutende Schwierigkeiten, innerhalb des verschwommenen Glanzes noch Helligkeitsunterschiede zu erkennen. Andererseits ist es bekannt, daß sich manche recht große Gebilde im Vollmonde oder vielmehr um die Zeit fast senkrechter Bestrahlung herum fast nicht auffinden lassen, auch wenn man die Örtlichkeiten genau kennt. Weiter unten kommen wir nochmals auf dieses Verhalten zurück, um seinen Gang näher zu untersuchen.

Alle diese Prüfungen des Gegenstandes sind aber sehr grob zu nennen im Vergleiche zur Untersuchung des Lichtbrechungsvermögens einer etwa vorhandenen Lufthülle. Die verhältnismäßig große Mondscheibe pflegt bei ihrem allmonatlichen Umlaufe um den Himmel eine große Anzahl von helleren Fixsternen zu bedecken; am linken Rande verschwinden sie, am rechten kommen sie wieder hervor. Nach bekannten Erfahrungen bei physikalischen Experimenten und an der Erdatmosphäre bricht eine Lufthülle das Sternenlicht so, daß ein Stern nach dem wirklichen Bedecktsein durch die Kugel des Weltkörpers noch eine Weile am Rande zu kleben scheint und daß er vor dem wahren Austritte schon wieder an den Rand gerückt scheint, von dem er sich nach einer Weile ablöst. Indem man nun zahlreiche „Sternbedeckungen" auf Grund der genau bekannten Sternörter am Himmel und des hinreichend genau gefundenen Monddurchmessers berechnete, fand sich durchaus kein Grund zur Annahme, daß der Mond durch eine Brechung des Fixsternlichtes etwa zu klein gemessen wäre; nicht einmal eine Abweichung des Mondkörpers von der genauen Kugelgestalt, was man bei anderen Planeten Abplattung nennt, war erkennbar!

Somit hat auch diese Prüfung versagt, und wenn gewissenhafte Forscher unter Bezugnahme auf alle erdenklichen Rücksichten

dennoch von einer Art von Atmosphäre redeten, die etwa 300mal (Neison) oder gar 1000mal (Bessel) geringer sein soll als die unsere, so ist das Ergebnis dieser rechnerischen Betrachtungsweise auf philosophischer, nicht technischer Grundlage nach drei Seiten hin bemerkenswert. Einmal würde diese Kleinigkeit in den tiefsten Kesseln des Mondes einem Barometerdrucke von etwa 2 oder gar nur 0,75 mm entsprechen, also dem sogenannten Vakuum unter der Glasglocke einer tätigen Luftpumpe; zweitens scheint man jeweils alle Anstrengungen zu machen, um die Gashülle im allgemeinen und grundsätzlich für den Mond beizubehalten, wenn sie auch unter allen Grenzen der Konstatierungsmöglichkeit gelegen wäre, weil man sich auf dem Boden der plutonischen Natur unseres Trabanten befand und diese die Entstehung einer gasigen Hülle um die abgekühlte Mondkugel erforderte. Neuerdings hat aber Johnston Stoney eine hochinteressante Erkenntnis vermittelt über das Verhalten der etwa vorauszusetzenden Atmosphären auf verschieden großen Weltkugeln. Es hat sich da herausgestellt, „daß die Erde freien Wasserstoff und Helium nicht dauernd in ihrer Atmosphäre festhalten kann, und ferner, daß sich Wasserdampf nicht dauernd in den Atmosphären von Merkur und Mars befinden kann. Wahrscheinlich wird keiner der Monde im Planetensystem, ausgenommen vielleicht der des Neptun, eine einigermaßen dichte Atmosphäre besitzen". Bei unserem Erdmonde überwiegt das Expansivbestreben der Gase so sehr die Massenanziehung desselben, daß eine atmosphärische Hülle sich längst hätte in den Weltraum zerstreuen müssen. Drittens stellt sich gar aus unseren späteren Erwägungen heraus, daß wir aus ganz neuartigem Grunde dieser Lufthülle entraten können, ja sogar einen Wahrscheinlichkeitsbeweis antreten dürfen, daß sie niemals vorhanden war. Lassen wir also die feinsten Proben, zu denen auch Jupiter-, Saturn- und Sonnenbedeckungen durch den Mond gehören, die Abwesenheit einer lunaren atmosphärischen Hülle bekräftigen!

Wie steht es dann mit dem Wasser? Wer ein wenig über das physikalische oder im besonderen wärmetheoretische Verhalten desselben unterrichtet ist, der weiß, daß es ohne Luft nicht bestehen kann. Nur am Erdboden, und zwar in Meereshöhe,

muß Wasser auf 100° C erwärmt werden, um lebhaft aufzukochen; schon auf einem Gipfel der deutschen Mittelgebirge aber siedet es bei 95° C, was etwa einem Barometerstande von 640 bis 630 mm entsprechen mag. Je geringer der Druck, welcher auf der Oberfläche des Wassers lastet, desto weniger Wärme ist erforderlich, um Wasser zum Sieden zu bringen; ja, unter der Glocke einer Luftpumpe braucht es überhaupt nicht „warm" zu werden, und siedet selbst bei niedrigen Temperaturen bis auf 0° herab. Auf dem luftlosen Monde müßte also auch eiskaltes Wasser sieden; mit anderen Worten: Wasser als tropfbar flüssiger Körper ist dort im allgemeinen nicht existenzfähig.

Der Luftmangel bedingt aber noch einen anderen, viel wichtigeren Umstand. Wir haben auch die Erfahrung gemacht, daß die dichtere Luft am Erdboden eine Art Wärmespeicher für die aus Lichtenergie in Wärmeenergie umgewandelte Sonnenstrahlung bedeutet; in der Höhe der Alpengipfel oder gar in senkrechten Abständen von der Erdoberfläche, die nur der Ballon erreichen kann, vermag die Luft diese Wärme nicht mehr zu enthalten und zu erhalten, so daß trotz klarerer, von Beimengungen reinerer Luft und stark gesteigerter Strahlung, die bekanntlich den schmerzhaften Sonnenbrand auf der Haut entstehen läßt, Eis und Schnee ungeschmolzen bleiben. Machen wir im Geiste einen Schritt weiter bis an die an sich natürlich unbestimmbare „Grenze" der Erdatmosphäre, so werden wir zwar einer ungemilderten, sengenden Sonnenglut ausgesetzt, aber auch ringsum von der fürchterlichen Kälte des Weltraumes umgeben sein. Diese Kälte aber, der sogenannte absolute Nullpunkt der Temperatur, liegt 273° C unter dem Gefrierpunkte des Wassers. Nachdem nun der Mond keine Lufthülle hat, kann ihm auch die strahlungsmildernde und wärmeaufspeichernde Wirkung einer solchen nicht zustatten kommen, und seine Oberfläche befindet sich in einem aufs höchste gesteigerten Maße unter den Verhältnissen unserer allerhöchsten, gletscherbedeckten Berggipfel: Der Mond ist über und über tief vereist und preisgegeben der ungemilderten Kälte des Weltraumes von — 273° C. Schon vor nahe zwanzig Jahren kam Dr. P. Andries zu fast gleichem Schlusse (Sirius 1887 VII, Die

Beschaffenheit der Mondoberfläche). Nach Langleys Beobachtungen mit dem von ihm abgeänderten Violleschen Aktinometer war der Temperaturüberschuß der Sonnenstrahlung auf dem Mount Whitny (3542 m) gegenüber der Temperatur des leeren Raumes (in vacuo) 31,7° C, während Violle auf dem Mont Blanc (4810 m) 29,8° C fand; diese Werte erhöhen sich unter Berücksichtigung des richtigen Wertes der „Sonnenkonstante“ (Wärmemenge, welche die Sonnenstrahlung 1 ccm Wasser in einer Minute mitteilt) auf ca. 48° C. Die Temperaturbasis kann im Falle des Mondes nur —273° C sein, so daß seine Oberflächenwärme im besten Falle bis —225° C steigen könnte. In „Nature“ 34, Nr. 827 hat Erikson schon vor Andries auf eine vollständige Vereisung des Mondes hingewiesen und eine von derjenigen des Dr. Andries in manchen Punkten abweichende Erklärung der Formationen des Mondes auf Grund der Vergletscherung gegeben. „Lord Rosse wurde durch seine Messungen in den Stand gesetzt, die Temperaturdifferenzen der Mondoberfläche bei voller Bestrahlung und bei Nacht zu schätzen, und fand diese zu über 300° C. Die Temperaturen selbst ließen sich aber mit einiger Genauigkeit nicht bestimmen. Lord Rosses Resultate sind vielfach angezweifelt worden, aber die neuesten Untersuchungen von Very geben ihnen eine Stütze. Very ist der Ansicht, daß am Äquator des Mondes, wenn die Sonne am höchsten steht, der Boden eine Temperatur von über 100° C annimmt (das wäre demnach —173° C). Hört die Sonnenstrahlung auf, so wird die Temperatur äußerst tief sinken, wahrscheinlich nahezu auf die des Weltraumes, die man zu —273° C annimmt.“ (Newcomb-Engelmann-Vogel, S. 370.)

Nun wird sofort eingewendet werden, wenn der Mond kein Wasser haben könne, dann sei auch Eis unwahrscheinlich. Dieser Einwand ist jedoch sehr irrig. Eis ist zwar stofflich genau dasselbe wie Wasser; wo aber der tropfbar flüssige Zustand unmöglich ist, weil die Grenzen zwischen Gefrier- und Siedetemperatur nicht eingehalten bleiben, da kann der Stoff, der durch das chemische Symbol H_2O ausgedrückt ist, einesteils als festes Eis, andernteils als luftförmiges Gas, als Wasserdampf (nicht Wasserdunst) existieren. Weisen zudem viele terrestrische Erscheinungen, allen voran die gefürchteten und aus den Lehren der Meteoro-

logie heraus noch nicht erklärbaren stärksten Hagelungewitter mit Eisbrocken bis zu 10 cm Durchmesser, auf einen Zufluß von Eis aus dem Weltraume hin, so ist auch der Mond selbst mit der puren Eisnatur seines Antlitzes ein redender Zeuge von der Existenz des Eises im Sonnensystem.

Zunächst wäre da die Färbung zu erwähnen. Aristarchus und verschiedene andere Mondgegenden leuchten so stark und fast rein weiß im reflektierten Sonnenlichte, daß auch dem geübten Beobachter das lichtgewohnte Auge stark geblendet wird und der zufällige Beobachter Schmerz empfindet. Andere Landschaften sehen aus wie bereift; die allermeisten bleichen offensichtlich unter Bildung und Niederschlag eines leichten Reifflors während des 14tägigen „Mondtages“ ab und gehen matt wieder in die Mondnacht hinein. Kein dem Sonnenlichte ausgesetzter Stoff macht eine solche Farbenänderung durch, die in der Dunkelheit wieder im Tone zurückgeht. Unter gewissen Verhältnissen, die im einzelnen zu würdigen nicht die Aufgabe einer kurz resumierenden Schrift ist, kann statt des Bleichens ein Abdunkeln erfolgen — und es ist gerade sehr bemerkenswert, daß der tiefe und rings abgeschlossene Zirkus des Plato[55]) in dieser Beziehung als Beispiel solcher Verdüsterung Gegenstand vieler Untersuchungen war. Am schönsten aber zeigt sich der vom Verfasser als Reifflor angesprochene Glanz, mit steigender Sonne voranschreitend, an den Kämmen der Ringwälle, Rücken und Berge, die jeweils dort am stärksten Licht zurückwerfen — und mit sinkender Sonne wieder abdunkeln —, wo die Sonnenstrahlung nahe senkrecht auftrifft. Manche Beobachter, wie Dir. Ing. H. Majert, wollten an solchen Gipfeln schon die „Schneegrenze“ oder Gletscherhaube erkannt haben, eine Beobachtung, die man in Hunderten von Fällen wiederholen kann. Wenn andere[56]), wie auch der Verfasser, unbeleuchtete Teile von Ringgebirgen wie in schwacher Dämmerung haben aufglimmen sehen, so geschah dies entweder unter dem Einfluß des Erdenlichtes, oft in Verbindung mit der Reflexion des Sonnenlichtes von beleuchteten Wänden in die Mondnacht hinein, oder nach Schluß der 14tägigen Bestrahlung, welche eine Phosphoreszenz oder Luminiszenz veranlaßt haben mag, wie sie ja

auch mehrfach an Gletschern schon beobachtet wurde. (Freundliche Mitteilung und Bestätigung durch Herrn Prof. Maurer in Zürich.) Nicht minder einleuchtend erklären sich aber auch die oben besprochenen schwärzlichen Flecken als aus purem Eise bestehend. Natürlich ist das Eis in krystallinischer Form, wie man bezüglich der Durchsichtigkeit an jedem Eisweiher bemerken kann. Warum jene interessanten Örtlichkeiten aber trotz des Sonnenbrandes während 14 Tagen nicht ebenfalls Reif ansetzen, wie die aus amorphem „weißen" Eise bestehenden übrigen Teile der Mondschale, das findet seine natürliche Erklärung darin, daß glatte Flächen das Licht wie Spiegel ziemlich vollkommen reflektieren und sehr wenig in Wärmewirkungen transformieren, also keinen „Eisdunstreif" bilden werden.

Nun haben freilich farbenempfindliche Augen außer allen Stufen des Weiß über Gelb bis nach Grau und Schwärzlich auch grünliche und schwach rötliche Regionen ausgekundschaftet und zwar mit Recht. Aber so gut auf der Erdoberfläche weite Strecken mit meteorischem — eisenhaltigem — Staube gefärbt scheinen können, wo doch atmosphärische Einflüsse ununterbrochen verändernd und die Spuren verwischend wirken, noch viel besser können solche Spuren auf dem unberührten Boden einer Mondfläche sichtbar bleiben. Und damit können wir wieder die Meteorhypothese (Meydenbauer-Thiersch) zu Hilfe nehmen und uns den Meteoriten, der den Anstoß zur Bildung jener Brüche und Überflutungen gegeben hat, deren Resultat wir heute Mare nennen, als Urheber der Färbung dieser und jener Marefläche — „Überflutung!" — denken. Wohl muß die Mondschale ein Eismantel sein; aber unter derselben liegt vielleicht heute noch ein Ozean, dessen Wogen einst gelegentlich durchbrachen oder durchgepreßt worden sind, aber doch ihre Wassermassen nicht explosiv verdunsten konnten, weil es an Luft mangelte, die den Dunst hätte aufnehmen und tragen können; dergleichen Vorgänge mußten auf der weltraumkalten Außenseite wahrscheinlich mit sehr mäßigem Effekte verlaufen, und gerade die Stetigkeit der Vorgänge gibt uns die willkommene Anleitung zum Verständnis der aus wiederholten Atemzügen des eingeschlossenen Mondozeans geschehenen Überflutungen der Mare und des allmählichen Aufbaues der ungemein

flach umrandeten Wallgebiete mit vertieftem, durch das vor- und zurückflutende wärmere Wasser sozusagen ausgelaugten Inneren. In solchen Depressionen eingebettete Wassertümpel verdampften freilich vor der Vereisung und dem Zurücksinken des Überflusses ins Innere; den Dampf müssen wir uns aber unmittelbar nach seinem Entstehen zu Eisstaub gefroren denken, und je länger und öfter der Kessel durch den häufigen Wechsel einer Ebbe- und Flutbewegung wassererfüllt wurde, desto nachhaltiger wird dieser zu einer Eisstaubwolke gewordene Dampf durch den Druck seiner eigenen Schwere zu Lücken und Pässen der Umwallung hinausgedrängt worden sein, wo er geradlinig, durch keine Luftströme abgelenkt und nur der Schwere zufolge allmählich abwärts sinkend seine Umgebung in radialen Streifen bedeckte — Strahlenkorona! Die Ursachen der Erreichung so großer Strecken, über welche der Eisstaub unter Umständen hinausschwebte, waren die Beharrung und die geringe Schwerewirkung zwischen Mond und Eisstaubteilchen.

Das seien an dieser Stelle nur wenige Andeutungen, wie die Eisnatur der Mondschale befähigt ist, gerade die größten Rätsel des Sphinxgesichtes lösen zu helfen. Jetzt können wir auch nochmals daran erinnern, daß wir mit guten Gründen der plutonischen Erklärungsweise der Mondoberfläche Zweifel entgegenbrachten, nicht der „des Mondes“. Der Kern desselben, der eigentliche Mondkörper, welcher von dem mehrfach erwähnten Ozeane umflutet und eingehüllt zu denken ist, liegt nach unserer Vorstellung in diesem, wie der Dotter im Eiweiß. Setzen wir für diesen (nach Analogie der Erdmaterie metallisch-erdigen) Mondkern von kugeliger Gestalt ein spezifisches Durchschnittsgewicht von 4,5 (Erde 5,5) an, so brauchen wir, wie eine leicht anzustellende Rechnung lehrt, einen Ozean von 185 km Tiefe (eine Wasserkugelschale von dieser Dicke), um für den ganzen Planeten die längst bekannte, errechnete Durchschnittsdichte von 3,5 zu erhalten.

Um die wunderbaren Konsequenzen unserer Anschauung wenigstens in Kürze anzudeuten, fügen wir drei weitere Aufklärungen hinzu. Der kosmische Eiszufluß, dessen eine heute

Digitized by Google

noch zu verspürende Form wir bereits gestreift haben, hat von jeher auch auf den ehemals kleineren Mond schon gewirkt, als er in den ersten Stadien seiner Entwickelung aus glühender Masse stand, und hat ihn nach und nach „unter Wasser gesetzt". Unter diesem Gesichtswinkel wird es vorstellbar, daß der rings eingeschlossene, isolierte Kern infolge des immer riesiger anwachsenden hydrostatischen Druckes auf seine Umfläche gar nicht dazu kam, aus seinem mineralischen Inneren heraus Gase entweichen zu lassen, die sich als Atmosphäre hätten um ihn lagern können; schon darum hat der Mond keine Luft. — Sein Ozean hat sich natürlich einseitig gegen die Erde hin eingestellt und einen mächtigen Flutberg herwärts gebildet; infolgedessen muß der Kern exzentrisch nach rückwärts verschoben liegen, und diejenigen Astronomen[57]) haben recht, die den Schwerpunkt unseres Trabanten jenseits der Kugelmitte ansetzen; aber auch Dr. Mainka hat recht, wenn er aus peinlichen Messungen keine (früher vermutete) eispitzige Auswölbung der Mondoberfläche gegen die Erde her finden konnte. — Der riesige Flutberg, welcher einseitig der Erde zugewendet blieb, mußte die ursprüngliche Mondrotation durch Reibung aufheben, so daß der heutige Zustand einer relativen Ruhe eingetreten ist und der Mond nur während seines monatlichen Umlaufs eine Umdrehung macht.

Das sollen nur Beispiele sein, welche lehren, wie die aus dem Anblicke, den Lichtvariationen und Färbungen, der Monddichte, der Schwerpunktslage und Kugelgestalt und dergleichen gewonnenen Fragen eine ungezwungene Antwort finden, wenn die anderen Ortes weiter und ausführlicher zu begründende Annahme einer gänzlichen Vereisung der Oberfläche unseres Trabanten zur Grundlage seiner ferneren Erforschung gemacht wird.

2. Wir können unsere Entwickelungsgeschichte der Mondforschung nicht beschließen, ohne den seit hundert Jahren versuchten Nachweisen stattgehabter „Veränderungen" auf unserem Nachbargestirne eine kurze Betrachtung zu widmen. Über die phantastischen Erwartungen Schroeters und die abenteuerlichen Vorstellungen Gruithuisens — es sei nur an seine Entdeckung

eines „künstlichen Wallwerkes“ nördlich des Ringgebirges Schroeter erinnert — gehen wir hinweg, denn schon Mädler, der doch gerade in dieser Richtung Autorität war, hat sich diesen Dingen gegenüber sehr reserviert, ja ablehnend verhalten. Man hat später hauptsächlich zwischen Mädlers und Lohrmanns Karten einerseits und Schmidts Karte andererseits Vergleiche angestellt und da und dort aus oft augenfälligen Verschiedenheiten der Darstellung auf stattgehabte Veränderungen der Mondobjekte geschlossen. Einige drastische Beispiele mögen aber lehren, daß den Erstlingswerken der Selenographie, die sich gleich bis zu einem erstaunlichen Reichtume ihrer Angaben emporschwangen, naturgemäß allerlei Versehen und Mängel anhaften mußten; auch können wir unsere heutige topographische Erfahrung nicht unmittelbar in Vergleich bringen mit derjenigen der Altmeister, welche sich die Kenntnisse, die wir mühelos von der Karte oder gar von Photographien ablesen, und auf die gestützt wir längst weiterarbeiteten, erst mühsam erworben haben.

Wie merkwürdig da die Einflüsse der Erstlingsuntersuchung, der angewendeten Instrumente und Vergrößerungen, ja vielleicht der Suggestion ihre Blüten trieben, geht aus Mädlers vielfältiger Untersuchung der kleinen Krater Messier und Messier A hervor. Diese sollten sich bis ins Detail herunter absolut gleichen und wurden ihrer Lage nach als einfache Ellipsen gezeichnet. Nachdem bereits Schmidt in Athen eine erschöpfende Monographie und auf der „Charte“ eine charakteristische, allerdings bereits auch von Lohrmann festgelegte Gestalt verzeichnet hatte, sehen wir sie auf Kleins Kärtchen[59]) vom Jahre 1884 trotzdem wieder in der alten und falschen Auffassung Mädlers mitgeteilt; übrigens hat sogar Gruithuisen 1824 sowohl Größe als Gestalt richtiger aufgefaßt. Heute sind die Krater so verschieden als möglich; eine Sonderbarkeit im Ostwalle des östlichen hat Schmidt als erster gefunden und seitdem wurde noch manches interessante Detail vom Verfasser entdeckt, wie es insgesamt auf der hier reproduzierten Karte ersichtlich ist. Der Maßstab des Originals beträgt 1:200000, also die halbe Größe der neuen Deutschen Reichskarte.

Die Frage der „Veränderungen“ kam erst ins Rollen, als

Schmidt 1866 den Krater Linné der älteren Karten nicht mehr fand. Sie wurde zur heftigen Streitfrage, die in ihrem Verlauf das einzige Gute mit sich brachte, daß wenigstens einmal eine Mehrzahl von Astronomen, wenn auch nicht speziell in Mondfragen allzu tief Eingeweihten, größere Fernrohre auf den Gegen-

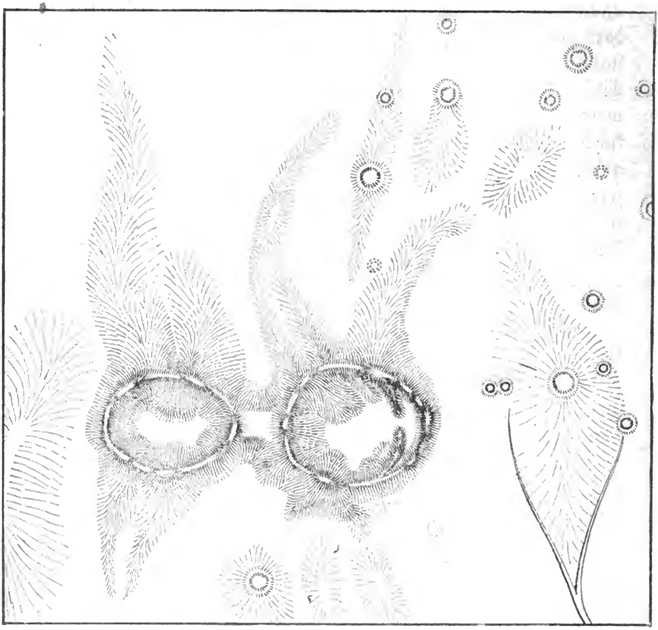


Fig. 55. Karte der Krater Messier und A von Ph. Fauth (1 mm = 650 m).

stand richtete und so gewisse feine Züge erkannte. Wir kennen das alles heute zwar besser und vollständiger, wie ja das Situationskärtchen beweist; aber die älteren Berichte zeigen mit Evidenz, daß sich eigentlich gar nichts an dem Objekte geändert haben kann. Heute kann man ruhig konstatieren, daß sich Schmidt allzu rasch und zähe für eine Veränderung entschieden hat; wenn andererseits Klein auf die von ihm untersuchten Ori-

ginalzeichnungen Mädlers verweist, so ist damit wirklich gar nichts aufgeklärt, so wenig als im Falle der Messierkrater und der Mulde bei Hyginus. Wir können mit guten Gründen beweisen, daß eine Täuschung Mädlers und Lohrmanns vorliegt und Linné niemals anders ausgesehen hat als heute. — Die Frage ist gleichwohl bis heute nicht zur Ruhe gekommen. Hängt doch auch die Beurteilung der ganzen Literatur über die in den

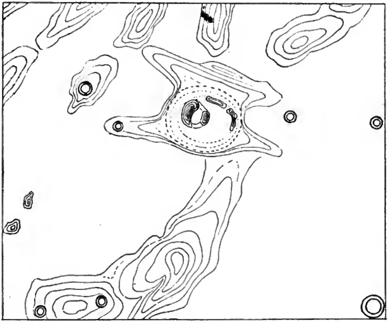


Fig. 56. Situationsplan der Gegend um Linné von Ph. Fauth (1 mm = 450 m).

letzten vierzig Jahren angeblich erkannten Änderungen in der Plastik gewisser Gegenden von jener verhängnisvollen Schlußfolgerung Schmidts ab! Prof. Prinz[60]) und L. Brenner[61]) haben dem Gegenstande umfänglichere Betrachtungen gewidmet; unter den vielen Meinungsäußerungen der letzten Jahre wollen wir nur drei herausgreifen, weil die Verwendung bedeutender Hilfsmittel dazu geführt hat. Zunächst hat Prof. Pickering während der Jahre 1897 und 1898 in Arequipa Größenänderung an dem weißen Linnéfleck[29]) wahrgenommen, den unsere Karte in punk-

tierter Linie angibt. Der Fleck trat groß aus der Nacht und nahm rasch bis einen Tag nach Mittagsbeleuchtung ab, um dann wieder langsam anzuwachsen; bei der Mondfinsternis am 16. Oktober 1902 aber zeigte sich ein Anwachsen des Durchmessers während der Beschattung. Dasselbe fand Dr. Wirtz[29]) am Straßburger 18-Zöller bei der Finsternis am 11. April 1903, wozu Prof. Becker die sehr richtige Bemerkung machte, daß wohl auch eine persönliche Fehlerquelle mit im Spiele sei. Wir wollen diesen richtigen Einwand dahin erweitern, daß wir die folgende Erklärung geben. Anfangs war Linné in grell leuchtender Gestalt wegen Überanstrengung eines am Monde nicht abgehärteten Auges zu klein gemessen worden — der Fleck läuft nämlich nicht scharf begrenzt aus. Nachdem die Beschattung das Licht fortgesetzt dämpfte und das Auge an die milderen Töne und deren Stufen gewöhnt war, wurde der mattere Saum des Flecks mitgemessen, wodurch also die größeren Werte während der Finsternis resultieren. Ein gegen das Mondlicht weniger empfindliches Auge sieht auch zu anderen Zeiten den Saum des weißen Flecks. Nun hat Dr. Wirtz auch während einer Lunation fortlaufende Messungen angestellt und gefunden, daß „der Durchmesser des Linné im Laufe einer Lunation variabel sei, und zwar nach Aussage der Formel derart, daß er, nachdem der Mondtag bei einem Mondalter von ungefähr 7 Tagen für ihn begonnen, mit jedem weiteren Tage um 105 Meter zunimmt, bis er bei einem Mondalter von 21 Tagen wieder in die Nachtseite taucht.“ Das ist gleichwohl nur eine sehr vorsichtig aufzunehmende Interpolationsformel. — Prof. E. E. Barnard[29]) hat eine Anzahl Messungen Linnés am 40-Zöller der Yerkes-Sternwarte vom Dezember 1902 bis November 1904 diskutiert und dabei ganz erstaunlich wenig Interessantes gefunden; im allgemeinen nimmt nach ihm der Fleck in höherer Beleuchtung ab, fast bis zur Hälfte seines Durchmessers bei schrägem Lichte. Nun hat schon Prof. Pickering diesen Wechsel einem Reiffrostniederschlag zugeschrieben, und wir haben somit die Genugtuung, einen Zeugen für unsere Anschauung von der reinen Eisnatur besonders der weißen Stellen im Monde zu zitieren. Inbezug auf die Topographie des Linné hat vor dem Kärtchen des Verfassers niemand einen wesentlichen Fort-

schritt vermittelt; die Frage war aber auch eine ganz andere, nämlich, ob der „Krater Linné" sich geändert habe. Wir verneinen dieselbe nochmals. — Übrigens hat Mädler noch in zwei genau gleichen Fällen (die „Krater" Parry B und Alpetragius d) genau dieselben topographischen Fehler gemacht, indem er weiße Flecken mit einigem Grunde als flache Krater glaubte auffassen zu sollen. Lohrmann hat das wohl vermieden, aber beide Male andere Fehler begangen, indem er flache Berg-

Fig. 57. Situationsplan der Gegend um Alpetragius d von Ph. Fauth (1 mm = 460 m).

kuppen dafür zeichnete. Angesichts dieser Sachlage ist doch merkwürdig, daß Schmidt, wohl durch die dreifache Wiederholung des Falles stutzig gemacht, nur über Linné, aber nicht mehr über die ganz analogen anderen Fälle in erklärlichen Eifer geriet; er dürfte selbst gefühlt haben, daß er im ersten Falle zu weit gegangen war.

Die fortschreitenden Arbeiten am Monde haben uns darüber belehrt, daß man innerhalb der vieltausendfältigen Einzelheiten eines topographischen Erstlingswerkes nicht auf jede Angabe der Karte schwören kann; sogar Schmidts „Charte", die doch ein halbes Jahrhundert später vollendet wurde, hat da und dort we-

sentliche Fehler. Der Autor selbst hat sogar einen gut 20 km großen Krater („Melloni“ auf Blatt XIX) als irrtümlich und nicht vorhanden wieder gestrichen. — Wir haben die älteren beiden Karten nachgeprüft und folgendes überraschende Ergebnis gefunden: Auf gut der Hälfte der Kartenfläche (ohne die verworrenen Gebirgslandschaften, z. B. im Süden, und ohne die Randteile) fehlen bei Mädler 17 Krater von solcher Größe, daß er sie eigentlich gezeichnet haben sollte; dagegen existieren 337 Gruben und kleine Kratergebilde, die er angibt, auf dem Monde überhaupt nicht. Man erkennt schon hieraus Mädlers Gepflogenheit, die wahrscheinliche Deutung weißer Punkte als Kraterchen für Gewißheit zu nehmen. Auch Lohrmann hat mehrere Krater, die sicher im Bereiche seines Fernrohres lagen, nicht gesehen, aber auch seinerseits 95 Krater angegeben, wo tatsächlich keine sind. Aus diesen Beispielen folgt ohne weiteres, daß man auf Grund des Befundes kleiner Kraterformen auf den beiden Karten nicht allgemeine Schlüsse ziehen darf.

Anderweitigen Anlaß zur Vermutung von physischen Änderungen gaben die Rillengruppen bei Aristarchus und Ramsden; Verfasser, der hier zwei erschöpfende Karten erarbeitet hat, kann nach 21 jähriger Erfahrung in Mondbeobachtungen nur seine Verwunderung darüber aussprechen, daß man darauf verfiel, gerade hier Veränderungen oder „Trübungen“ anzunehmen; in Landstuhl ist das Detail niemals zweifelhaft gewesen. Die Einbildung der Möglichkeit umfassender Wechsel des Aussehens hat manchmal sonderbare Folgen gezeitigt. So verkündeten Spezialforscher, Lohrmanns großes Spiralgebilde von grauer Farbe bei Triesnecker sei verschwunden; gleichwohl sieht man es auf jeder nur halbwegs gelungenen Photographie und am Fernrohr in höherer Beleuchtung sogar ganz aufdringlich deutlich. Die schwärzlichen Alphonsusflecken sollen jetzt anders sein als früher — als ob man sich je im einzelnen mit ihrem Studium befaßt hätte! Gerade das spezielle Kärtchen Dr. Kleins[63]) (Sirius 1882 IX) [vgl. auch unsere Figur 41/42] zeigt, wie genügsam man in diesen Dingen früher war. Wir stellen zur Illustration des Entwickelungsganges der diesbezüglichen For-

schungen auch Pickerings und des Verfassers Darstellung der Alphonsusflecken hierher. — Zwei dunkel umsäumte kleine Krater im Mare nectaris sollen von Mädler und Lohrmann nicht haben übersehen werden können — als ob ersterer nicht auch 17 andere übersehen, und als ob letzterer nicht genau an den fraglichen Stellen je eine Kuppe gezeichnet hätte! Beide aber gingen weder auf die Suche nach dunklen Flecken aus, noch sind gerade die beredeten Krater derart, daß man als Erstlingstopograph darauf stoßen mußte. Von Schroeter und Gruithuisen ist hier nichts zu erwarten. Und so weiter; von noch mehreren

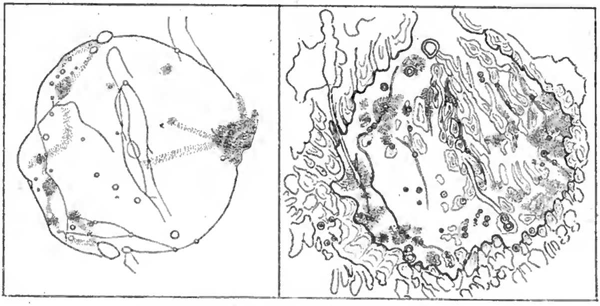


Fig. 58 und 59. Dunkle Flecken im Alphonsus.
Nach Pickering. Nach Fauth.

Stellen sind ja Neuigkeiten größeren Umfanges gemeldet worden; sie haben sich als ganz unbegründet erwiesen und waren auf Unkenntnis der „Entdecker" mit den lunaren Verhältnissen zurückzuführen.

Wir wollen einmal denken, die Mondkenner seien wegen der gegenstandslosen Messier- und Linnéprobleme nie aufgeregt worden; sicherlich hätten manche neuerdings aufgetauchten Erörterungen über andere Lokalitäten, besonders auch nahe bei Hyginus[64]) zunächst der Mondmitte, eine wesentlich kühlere und sachlichere Beurteilung erfahren. Da ist es nicht bloß die 1877 zuerst von Klein konstatierte Mulde „Hyginus N", sondern daneben auch ein breites, flaches Tal (zwischen dem „Schneckenberg" und dem Hyginuskrater) von 30 km Länge und gut 3 km

Breite, zwischen beiden ein ganz kleiner Krater „Hyginus N′“, für den Krieger, und in der Umgebung gar noch eine Gruppe von 8 oder 10 minimalen Gruben, für welche letzteren Brenner Neubildung annahm. Angesichts der Zähigkeit, mit welcher seit fast 30 Jahren „Hyginus N“ als neu entstanden verteidigt wird, möchte es doch an der Zeit sein, mit besonderer Betonung darauf zu verweisen, daß die tiefe Beschattung der Mulde einzig und allein von ihrem westlichen Hochufer mit länglicher Kuppenform herrührt, daß der sogenannte „Krater“ nur bei Sonnenaufgang als Mulde erscheint, und daß bereits Mädler jene Kuppe, die Ursache des „schwarzen Kraters“, sowohl, als auch den zwischen ihr und

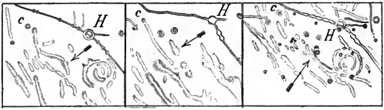


Fig. 60, 61 u. 62. Hyginusgegend.

Kartenausschnitte aus Mädler und Lohrmann. (Natürliche Größe.) — Kleins Karte. (Etwas verkleinert.)

Hyginus liegenden Krater, diesen als Hügel[65], und ebenso die westlich des letzteren liegenden Erhöhungen in Gestalt eines länglichen Hügels klar und richtig, so wie er sie mit seinen Mitteln erkannte, dargestellt hat. Lohrmann seinerseits hat die westlich von „N“ befindliche Situation geradezu klassisch treu wiedergegeben, besonders die fragliche Höhe. Setzen wir den ganz natürlichen, in keiner Nuance der Überlegung hypothetischen Fall, beide Altmeister hätten den Hügel als schattenwerfend erkannt — und sie brauchen nur eine einzige Beobachtung bei untergehender Sonne zur Kritik ihrer Meinung herangezogen zu haben, um sich zu überzeugen, daß die Mulde dann nicht dunkel wird und der Ostabhang des Hügels weiß-

lich erglänzt — so hatten beide gar keine, aber auch nicht die leiseste Veranlassung, einen Krater auf ihren

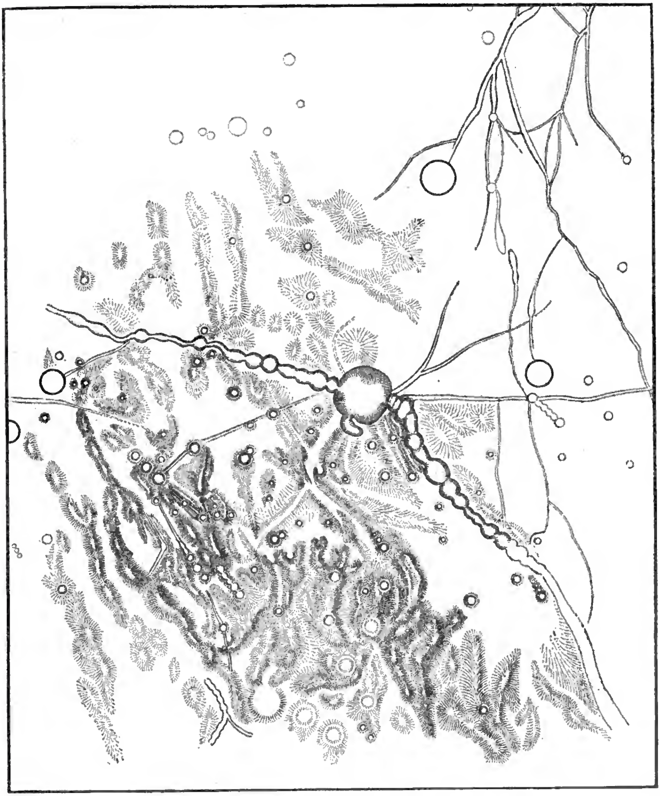


Fig. 63. Karte der Hyginusgegend von Ph. Fauth (1 mm = 1050 m).

Karten anzugeben; der Hügel genügte vollkommen — und der ist gegeben. — Was nun das bei Sonnenaufgang auf=fällige, aber rasch unscheinbar werdende große Tal gegen Hyginus

anlangt, so sollen die Beobachtungen Gruithuisens hier ausschlaggebend sein, daß er es gesehen und vornehmlich bei der Gelegenheit am 28. November 1824, abends $5^1/_2$ Uhr auch gezeichnet haben müßte, wenn es damals sichtbar gewesen wäre. Verfasser hat zur Klarstellung der Sache neben seiner Erfahrung 36 Zeichnungen mit Schattenwurfangabe zu Rate gezogen und Gruithuisens Zeichnung, bei Lage der Lichtgrenze in 1° östlicher Mondlänge aufgenommen, damit verglichen. Das Resultat ist folgendes: Erstens ist bei dieser Beleuchtung das Tal nur noch matt beschattet, also nicht auffällig; zweitens gehört es auf der Gruithuisenschen Zeichnung, die nur wegen der feineren Triesneckerrille und wegen zweier feinen „Circellchen" (Kraterchen) gemacht wurde, zur äußersten linken Randpartie, wo es gerade noch den Rand der Zeichnung berührt; Kleins Vergleichsskizze daneben ist falsch nach Lage des Tals, nach seiner Schwärze und nach Abstand des Tales vom Papierrande. Damit wäre klar gelegt, daß Kleins Beweisführung hinfällig ist. Daß Gruithuisen aber doch in den Dingen, auf die er nicht das Hauptgewicht legte, nicht allzu zuverlässig ist, geht aus dem Mangel der äußeren Schattenfiguren bei den Kratern a und b und dem nördlich davon liegenden Berge hervor — und gerade diese sind hochinteressant charakterisiert und viel leichter zu erkennen als die „Circellchen"; sie sind auch von Krieger (10zöll. Refraktor!) unerkannt geblieben. Weiterhin hat selbst Schmidt, der 1869 am 18. Februar das Tal zeichnete (vgl. Schmidts 24 Zchn. im Sirius 1882 I), und am 28. März 1871 mit Details aufnahm, am 5. Juli 1870 und am 7. Dezember 1872 dasselbe Tal übersehen, als es unbedingt gut sichtbar war. Nun hat V. Nielsen am 5. Juni 1889 von der Mulde „N" aus gegen Südosten zum Tal ziehend einen flachen Graben entdeckt, der z. B. auf vier Zeichnungen Stuyvaerts und überhaupt bei allen anderen Beobachtern fehlt; Klein und Schmidt kennen ihn auch nicht; Verfasser hat ihn am 17. März 1891 bei der vierten oder fünften Beobachtung der Hyginusgegend — der $6^1/_2$zöllige Refraktor war erst neun Monate aufgestellt — als zweiter Beobachter auch gesehen, und er ist in der Tat ein leichteres Objekt. Nun hat Krieger am 12. April 1894 die Gegend gezeichnet (Mondatlas, Tfl. 8), und zwar mit einem 10-Zöller

Fig. 64. Karte der Umgebung der Mulde Hyginus N von Ph. Fauth (1 mm = 505 m).

mit Vergrößerungen 175 und 520; aber diesen leicht sichtbaren Graben hat auch er übersehen. Aus alledem geht hervor, daß man eigentlich viel zu wenig Kritik geübt und allzu leicht Neubildungen angenommen hat; und weil dieser Glaube an die Veränderungen in der Hyginusgegend heute wohl noch stärker gefestigt zu sein scheint, als die Annahmen eines Zusammenbruches des „ehemaligen" Linné, so glaubte der Verfasser eine breitere Darstellung des dagegen sprechenden Materials anführen zu sollen. Im übrigen mögen Sachkundige auf die in Figur 64 angegebenen Details innerhalb der Mulde aufmerksam gemacht sein.

Auch das Objekt N′ ist nicht eine Neubildung, sondern nur ein vom Verfasser nachträglich gesehenes, aber schon im Juli 1893 in einer Spezialkarte angegebenes, von Krieger gleich darauf als „Neubildung" in Anspruch genommenes Kraterchen. Die von Brenner als neu entstanden bezeichneten Gruben aber sind so feine Objekte, daß nur durch seine und des Verfassers angestrengte und beharrliche Bemühungen ihre Existenz überhaupt festgestellt werden konnte; gerade der Umstand, daß man ihnen und noch mehreren anderen seitdem erst nach und nach auf die Spur kam, beweist zuverlässig, daß man durch Übung und Ausdauer noch viele Dinge mitten in „bekannten" Gegenden finden kann, die durchaus keine Neubildungen sind.

Der Verfasser wünscht nicht andersgläubigen Selenographen seine Anschauung von diesen Dingen aufzunötigen; aber er hält es auf Grund erfolgreicher, 20jähriger Tätigkeit als Selenograph und als wahrscheinlich einziger lebende Forscher, der inbezug auf die Ergebnisse der Selenographie in praktischer Arbeit auf dem Laufenden geblieben ist, für zweckmäßig, an dieser Stelle auszusprechen, daß sich ihm je länger, desto klarer die Erkenntnis aufgedrungen hat, noch kein Auge habe jemals eine physische Änderung in den plastischen Gestalten des Mondreliefs geschaut.

Es ist erfreulich, daß die Untersuchung von „Veränderungen" heute nach einer anderen Richtung hin betätigt wird, indem man nämlich die allmonatlich in fast gleicher Weise wiederkehrende

Licht- und Farbenänderung beobachtet. In dieser Hinsicht ist wohl noch so ziemlich alles zu tun. Außer den bereits besprochenen Detailarbeiten über bestimmte dunkle Flecken liegen ältere und neuere Untersuchungen über die Ebene des Plato[55]) vor und über das Innere des Alphonsus[63]); eine Darstellung beider haben wir bereits je in doppeltem Gewande vorgeführt. Nunmehr hat Prof. Pickering auch das charakteristische Ringgebirge Eratosthenes[66]) zum Gegenstande einer eingehenden Betrachtung gemacht und Zeichnungen veröffentlicht, die uns noch ein wenig beschäftigen müssen. Der böse Stern, der über Mondbeobachtungen in den Perioden eines Überganges zu neuen Errungenschaften waltete, hat leider auch hier wieder sein Licht leuchten lassen. Um es kurz zu machen, sei unsere Anschauung über die Form dieser Beobachtungen dahin zusammengefaßt, daß es nicht erlaubt ist, von den Pickeringschen Linien und Flecken, welche auf den Wällen und in der Umgebung des Eratosthenes unter fortschreitender Beleuchtung entstehen sollen, als von „Kanälen" und „Seen" zu reden. Einmal haben derartige Begriffe schon genug Irrungen und falsche Vorstellungen erweckt, als es sich um Mars handelte, und zum andern gibt es das, was Pickering zeichnete, gar nicht in solcher Form; der amerikanische Astronom beweist damit nur, daß auch er ohne alle Grundlage und Vorbereitung an sein schwieriges Werk herangetreten ist, daß er vor seinen Einträgen in höchst summarischer und schematischer Form weder die Topographie des Ringgebirges gekannt, noch daß er sie vorher kennen gelernt hat. Die mitgeteilten Einzelheiten sind außerdem zumteil so derb, daß sie sogar auf Durchschnittsphotographien erscheinen. Nun ist wohl mit negativen Urteilen ohne Beweise nicht viel getan; aus diesem Grunde haben wir bereits eine Reihe von Helligkeitsaufnahmen auf der Grundlage einer ausführlichen topographischen Detailkarte begonnen und werden im Laufe des Jahres 1906 die Lichttöne während einer ganzen Lunation aufzeichnen, um auch fernerstehenden Interessenten zu zeigen, was eigentlich die vermeintlichen rätselhaften Neuigkeiten sind. Bis jetzt haben die Beobachtungen unser obiges Urteil nur bestätigt. Vorweg sei nur bemerkt, daß die Linien und Streifen fast

durchweg die weniger direkt und erst allmählich dem Sonnenlichte ausgesetzten, also auch langsamer bleichenden Schluchten und Täler, Niederungen und Mulden u. dgl. sind, welche man in gleicher Form noch viel schöner in dem vielterrassierten Wirrsale der Kopernikushänge verfolgen kann. Es sei also nochmals betont, daß die neuerdings aus Amerika kommenden Meldungen, die ja der verwendeten großen Fernrohre wegen gewöhnlich viel Vertrauen finden, bis jetzt unsere Kenntnis weder der lunaren Zustände, noch der monatlichen Variationen im Aussehen kleinster Züge auch nur nennenswert gefördert haben. Hier gilt es, zunächst zu lernen und vor allem die in sauren Wochen, ja, in bitteren Arbeitsjahren gesammelten Erfahrungen deutschen Beobachterfleißes zu erwerben, um sie zu besitzen und fruchtbar auszugestalten, damit nicht fernerhin die Bemühungen vergeblich seien, weil sie sich in einer falschen Bahn bewegen.

Auf deutschem Boden erwuchsen die ersten brauchbaren und die ersten epochemachenden Mondarbeiten; die Beiträge aus fremden Nationen zu diesem prächtigen Baue waren gleichsam nur Anmerkungen. Ein Deutscher war es wiederum, der uns vor 30 Jahren mit der größten Mondkarte beschenkte, und der Verfasser ist freudig bewegt in dem stolzen Bewußtsein, neben anderen durch seine Arbeiten in Hitze und Kälte dem internationalen Werke seinen wohlverdienten nationalen Charakter bis heute erhalten zu haben. Es wachse und gedeihe weiter auf dem Boden selbstloser Privatbemühungen innerhalb der Grenzen unseres Vaterlandes, die auch von jeher das Vaterland der Mondforschungen umschlossen!

Wir stehen am Schlusse. Aber diese Auslassungen über den nächsten und am besten erkennbaren Weltkörper, einen Planeten gar von der Popularität des Mondes, würden sich bei den wieder Mode gewordenen Betrachtungen über die Bewohnbarkeit der Welten eines Mangels schuldig machen, wollten wir diese Frage nicht wenigstens streifen. Mehr ist kaum nötig. Wenn auch eine Anzahl Erkenntnisse von den Zahl- und Maßbeziehungen der Formen auf der Oberfläche unseres Erdbegleiters wesentlich falsch wären — die Erkenntnis könnte am wenigsten angetastet werden, daß von Luft im gewöhnlichen Wortsinne und von Wasser

nicht die Rede sein kann. Was braucht es da weiter Spekulationen über Lebewesen? Zwar tun wir uns etwas darauf zugute, daß

Fig. 65. Observatorium des Verfassers in 135 m rel. Höhe bei Landstuhl. (Der 163 mm-Refraktor und der 175 mm-Refraktor.)

nicht allein Lungen, sondern auch Kiemen oder Tracheen der Atmung auf dem Grunde unseres Luftozeans dienen, und daß Bazillen z. B. auch Riesenkälte ähnlich der Weltraumtemperatur aus-

halten, ohne zugrunde zu gehen; also könnten wohl auch „Lebewesen unbekannter Organisation" in den extremen Verhältnissen der Mondwelt vorkommen. Aber gestehen wir es nur zu, daß es uns immer nur interessiert, ob dorten menschenähnliche Wesen leben möchten!

Wir lesen hie und da, daß phantasiereiche Schriftsteller von den Farbenänderungen als von Anzeichen oder Spuren der Vegetation berichten. „Vegetation" aber haucht am Tage Sauerstoff und in der Nacht Kohlensäure aus, lebt also in der „Luft". So erkennen wir, daß es gegenstandslos ist, von Bewohnern und Organismen nach unseren Begriffen auf einer luft- und wasserlosen Planetenwüste zu reden.

In dieser Richtung werden auch die größten Teleskope und die peinlichsten Forschungen kein anderes Resultat erzielen; wohl aber werden Arbeiten, welche die genaueste Kenntnis derjenigen Lokalitäten vermitteln, welche jetzt als am lehrreichsten zur Ergründung der wahren Natur der „Mondhieroglyphen" erkannt sind, nicht bloß den wirklich großen Nutzen einer Lösung der lunaren Rätsel bringen, sondern sie kommen direkt allgemein kosmischen Betrachtungen zugute. Und welche Fülle von Erkenntnismaterial solche Untersuchungen zu erwerben gestatten, das wolle der Fachmann wie der interessierte Liebhaberastronom zunächst aus des Verfassers Spezialkärtchen in diesem Buche angedeutet finden und weiterhin aus der Perspektive ermessen, welche Seite 9 eröffnet wurde.

So kommen wir denn wieder auf den Anfang unserer Darlegungen zurück: daß die Lapidarschrift des Mondes berufen sei, uns über die natürliche Entwickelung des ganzen Sonnensystems neue, klarere Aufschlüsse zu geben — unter der Voraussetzung, daß unsere astronomischen Fachkreise die Zeichen der Zeit verstehen wollen und die Gelegenheiten nicht unbenützt vorübergehen lassen.

Anmerkungen.

(Gelegenheiten, bei welchen man sich mit Gegenständen rein materieller Natur auseinandersetzen muß, erfordern außer den technischen Darbietungen auch Quellenangaben. Es wäre oft störend gewesen, den fortlaufenden Gang der Entwickelung durch vielerorts nötige Literaturhinweise zu unterbrechen. Ist eine derartige Verwertung der historischen Momente auch bei mäßiger Anzahl und bescheidenem Umfange schwerfällig, so empfindet der speziell interessierte Leser trotzdem nicht die rechte Befriedigung, weil ihm noch mehr geboten werden muß. Gerade die selenographischen Bemerkungen der überall zerstreuten Liebhaber-Astronomen aber sind so zahlreich und manchmal auch wichtig, daß schon die notwendig gewordene Menge der Hinweise auf dieselben dazu zwang, die „Anmerkungen" in bequem nachschlagbarer Form an den Schluß des Buches zu versetzen. Wir haben uns damit begnügt, neben den aus Fachkreisen stammenden Arbeiten nur diejenigen Mitteilungen der Liebhaber auszugsweise zu zitieren, deren Inhalt von objektivem Werte ist und zugleich in unmittelbarem Zusammenhange mit unseren Darlegungen steht. Der übliche Literaturnachweis folgt den Anmerkungen und zählt zur größeren Bequemlichkeit des Nachschlagens auch bereits genannte Quellen auf. — D. V.)

Anmerkungen.

1) Johann Hieronymus Schröter, Oberamtmann in Lilienthal in Hannover, beobachtete seit 1784 zuerst mit einem 4-füßigen Spiegel von Herschel, seit 1786 mit einem 7-füßigen von 16 cm Öffnung; die Vergrößerungen waren 134- und 161-fach. Nach 1792 trat ein 7-Füßer von Schrader, später ein 13-füßiges Newtonsches Teleskop von 26 cm und nochmals ein 26-füßiges von 51 cm Öffnung (Vergr. 150 bis 300) hinzu. Schrader hat 1791 und 1802 je einen Band „Selenotopographische Fragmente" herausgegeben. — Franz v. Paula Gruithuisen in München hat zwischen 1813 und 1846 beobachtet; seine Tagebücher umfassen 15 Bände, er beobachtete mit Fernrohren von 65 bis 108 mm Öffnung und hat vortreffliche Mondzeichnungen hinterlassen, von denen Klein eine Anzahl im Sirius 1879 veröffentlicht hat. — Johann Heinrich Mädler hat auf seines Freundes Wilhelm Beer Privatsternwarte in Berlin mit einem Fraunhofer von 102 mm Öffnung, Vergr. 300 zum Zeichnen und 140 zum Messen, in den Jahren 1830 bis 1837 das Material zu seiner „Mappa selenographica" erarbeitet. — Wilhelm Gotthelf Lohrmann in Dresden arbeitete mit Objektiven von 143

und 88 mm; 1824 erschien eine erste (einzige) Lieferung seiner „Topographie der sichtbaren Mondoberfläche“ mit 4 Sektionen. Unter Schmidts Redaktion erschien das volle Werk erst 1878. — J. F. Julius Schmidt, der Meisterselenograph bis heute, hat zwischen 1839 und 1878 an seiner „Charte der Gebirge des Mondes“ gearbeitet; sie mißt fast 2 m im Durchmesser. Objektive von 135 und 162 mm, gelegentlich solche von 244 mm standen ihm zu Gebote; seine Normalvergr. war 200-fach; er hat in Eutin, Hamburg, Bilk bei Düsseldorf; Bonn, Olmütz, Wien und Rom; von 1860—1874 in Athen Beobachtungen für die „Charte“ gesammelt. — Nasmyth und Carpenter in England benützten während 30 Jahren einen Reflektor von 50 cm Weite und ließen 1884 ihr Werk erscheinen: „Der Mond, betrachtet als Planet, Welt und Trabant“. — Der französische Führer der Selenographen, C. M. Gaudibert, vor wenigen Jahren als hochbetagter Greis gestorben, hat mit Spiegeln von 23 und 27 cm Durchmesser in Vaison (Vaucluse) gearbeitet. — Edmund Neison in England gab auf Grund eigener Studien heraus: „Der Mond und die Beschaffenheit und Gestaltung seiner Oberfläche“, deutsche Ausgabe mit Atlas 1881. — Elger und Birt in England waren angesehene Mondkenner; ersterer gab „The Moon“ nebst vier Mondquadranten als Übersichtskarte heraus, letzterer leitete die temporäre „Lunar-Sektion“. — Dr. Hermann J. Klein in Köln übernahm in den siebenziger Jahren des letzten Jahrhunderts die Führung unter den deutschen Mondforschern, hat aber mehr literarisch, hauptsächlich zum Nutzen der Popularisierung dieses Gebietes gearbeitet als positive Kenntnisse gefördert; die Mitteilung über eine angebliche Neubildung Hyginus N und die Überwachung dunkler Flecke auf dem Monde haben ihn bekannt gemacht. Sein Instrument war ein kurzbrennweitiges Fernrohr von 162 mm. — J. N. Krieger, Besitzer der Pia-Sternwarte in Triest mit einem 26 cm Objektiv, starb über der Bearbeitung des Mondes; er hat einen 1. Band „Mondatlas“ herausgegeben. — Ph. Fauth in Landstuhl hat seit 1885 mit Objektiven von 72, 162 und 176 mm eine Vertiefung in das kleinste Detail erstrebt und ist mit der Herausgabe seiner Spezialkarten beschäftigt; unter den drei Publikationen seines Observotoriums ist hier die zweite zu nennen: „Neue Beiträge zur Begründung einer modernen Selenographie und Selenologie“ nebst „Atlas“ von 25 Lichtdruckkarten. —

2) Vergleiche: Prof. Bruns, Bericht über „die Fernrohre auf der Ausstellung wissenschaftlicher Apparate im South Kensington Museum in London“, Sirius 1879. — „Zur Geschichte der Fernrohre“ von E. Gnau, Sirius 1879, sehr ausführlich! — „Lichtschwächung durch Fernrohre“, nach Graf v. Pfeil, Sirius 1882 II. — „Untersuchungen über das Objektiv und die Mikrometer des 26-zölligen Refraktors zu Washington“, ebenda 1882 III. — „Der große Refraktor zu Princeton (New-Yersey)“, ebenda 1883 II. — „Der neue Refraktor des astrophysikalischen Observatoriums

in O'Gyalla (Ungarn)" von Hofrat N. Thege v. Konkoly, ebenda 1883 VI. — „Der Refraktor der Hartford-Hochschule, U. S. A.", ebenda 1885 VII. — „Über die Leistungen großer Teleskope", ebenda 1885 VI, VII. — „Untersuchungen über das Verhältnis der Lichtstärke zwischen Refraktoren und Spiegelteleskopen", ebenda 1885 II. — „Große astronomische Doppelfernrohre", ebenda 1886 IV. — „Die Rolle der großen Fernrohre bei den astronomischen Beobachtungen" von F. C. Wolf in Paris, ebenda 1886 VI. — „Kleine Fernrohre gegenüber großen", von F. W. Denning in Bristol, ebenda 1886 X. — „Die neue Glasschmelzerei für optische Zwecke in Jena", ebenda 1886 XII. — „Bemerkungen über die Herstellung und Prüfung achromatischer Objektive und Teleskopspiegel", von Howard Grubb in Dublin, ebenda 1887 I. — „Josef von Fraunhofer", nach Dr. L. Löwenherz, ebenda 1887 III. — „Das größte astronomische Fernrohr der Welt" (Lickrefraktor), ebenda 1888 II. — „Die Bestimmung der Farbenabweichung achromatischer Objektive", nach M. Wolf, ebenda 1888 III. — „Über die Beugung im Fernrohr", von Karl Strehl, ebenda 1888 VI. — „Amerikanische Optiker", von David P. Todd, ebenda 1888 XI. — „Zur Theorie des Fernrohrs", von Karl Strehl, ebenda 1904 V. — „Die Berechnung der Fernrohrobjektive im Lichte der Beugungstheorie", von Karl Strehl, ebenda 1895 VII. — „Zur Geschichte des Fadenkreuzes", von E. Hammer, ebenda 1897 I. — „Der große Refraktor der nächsten Pariser Weltausstellung", ebenda 1898 XII. — „Die großen Refraktoren der Gegenwart", ebenda 1899 II, ein fast vollständiges Verzeichnis der 128 größten Instrumente von 40 bis auf 12 Zoll Durchmesser herab. — „Der Crossley-Reflektor der Licksternwarte", ebenda 1900 X. — „Das große Spiegelteleskop der Yerkes-Sternwarte", ebenda 1902 III. — A. M. Clerke: „Geschichte der Astronomie während des 19. Jahrhunderts" I, Kap. 6, „Fortschritte in den Instrumenten" und II, Kap. 13 „Hilfsmittel der Forschung". — Andere Quellen sind die betreffenden Abschnitte in populären Lehrbüchern der Astronomie und ebensolchen Zeitschriften.

3) Nach Newcomb-Engelmann, 3. Aufl. 1905 von Dr. H. C. Vogel, S. 369 u. f.: „Die gesamte, vom Vollmonde uns zugesandte Lichtmenge beträgt nach den genauesten photometrischen Bestimmungen den 570000. Teil der Lichtmenge der Sonne". — Dagegen soll der Mond nach Rosse den 82000., nach Hutchins den 185000. Teil der Sonnenwärme herabsenden. Vgl. auch Sirius 1899 VI und Astrophysikal. Journal Vol. VIII S. 199 und 265, Frank W. Verys Untersuchung der Temperaturverhältnisse der Mondoberfläche. —

4) Abbildung und Mitteilung siehe „V. Cerulli, Nuove osservazioni di Marte (1898/1899)" aus „Publicazioni dell'Osservatorio privato die Collurania (Teramo)" Nr. 3, 1900, Seite 156.

5) Am 2. Oktober 1608 reichte Jan Lapprey (Hans Lippersheim oder Lipperseim) bei den niederländischen Generalstaaten ein Gesuch um ein Patent ein; am 17. Oktober desgleichen Jakob Metius; 1609 erhielt

Galilei Nachricht von der Erfindung, die er dann mit Erfolg ebenfalls nachahmte. Er war der Erste, welcher zeigte, wie man Fernrohre verfertigen und sie zu astronomischen Zwecken benützen könne.

6) Fontanas Karte, 1630, in Flammarion: „La Planète Mars", S. 10, ebenso in W. Meyer: „Das Weltgebäude", S. 94; ebenda S. 95 Hevels Karte von 1645 und Hevels Vollmondbild aus seiner „Selenographia", 1647. Van Langrens Karte hat Prof. W. Prinz in „Ciel et Terre", 24. Jahrgang, besprochen und 34 cm groß abgebildet. — Vgl. Sirius 1904 II, „Die Mondkarten des Langrenus".

7) Vgl. Sirius 1899 II. Die großen Instrumente der Gegenwart.

8) Joh. Hieron. Schroeter, Selenographische Fragmente I, 1791; do. II, 1802.

9) „Mondkarte in 25 Sektionen und 2 Erläuterungstafeln" von Wilh. Gotth. Lohrmann, mit Erläuterungen und selenographischen Ortsbestimmungen 2c., herausgegeben von Dr. J. F. Jul. Schmidt, 1878. Neue wohlfeile Ausgabe (25 M.) mit Vorwort von H. Ebert, Leipzig 1892, Joh. Ambr. Barth. — 27 Kupfertafeln und VIII u. 54 Seiten Text. — Ferner: „Topographie der sichtbaren Mondoberfläche", 115 S. 4° mit 18 Tabellen und 6 Kupfertafeln, Leipzig 1824, 8 Mark. — Ferner: „Karte des Mondes"; Mittlere Libration. Nach eigenen Messungen und Beobachtungen i. d. J. 1822—36. Lithographiert von W. Werner, Durchmesser 35,5 cm, 5 Mark. —

10) „Mappa selenographica" von Wilhelm Beer und Joh. Heinrich Mädler, Berlin 1834, in Stein gezeichnet von Carl Vogel; Durchmesser drei Fuß. — Dazu: „Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen oder Vergleichende Selenographie, 1837; XVIII und 412 Seiten und 5 Tafeln.

11) Jos. v. Fraunhofer wurde 1806 Optiker in dem von Jos. v. Utzschneider, Gg. v. Reichenbach und Jos. Liebherr begründeten Institute in Benediktbeuren; er führte es seit 1818 allein, von 1819 ab in München; er starb am 7. Juni 1826. Der folgende Direktor war Georg Merz, seit 1818 Werkführer; er ward von 1830 an mit Jos. Mahler Teilhaber und 1839 Eigentümer. Seit 1843 betrieb er das Geschäft mit seinen Söhnen Ludwig und Siegmund, unter der Firma „Gg. u. S. Merz" seit 1858. Nach Georgs Tod 1867 ging es auf Siegmund über, später auf Jakob Merz, der es kürzlich an Paul Zschokke abgab. Aus dem Institute stammen Refraktore bis zu 49 cm Öffnung (Straßburg, Mailand).

12) „Charte der Gebirge des Mondes", nach Beobachtungen in den Jahren 1840—74 entworfen von Dr. J. F. Julius Schmidt, Direktor der Sternwarte zu Athen; 25 Blätter, 1:1800000, Berlin, 1878. Dazu „Erläuterungsband", XII und 304 Seiten, aber auch „Kurze Erläuterung zu J. Schmidts Mondcharte", 19 Seiten. — Vgl. auch: „Der Mond", Ein Überblick usw. von demselben Verfasser, 1856 (X und

164 Seiten und 2 lithographierte farbige Tafeln), sowie: „Über Rillen auf dem Monde“, nebst drei Steindrucktafeln, 4⁰, 1866 (24 Seiten).

13) Dr. H. J. Kleins Monatsschrift „Sirius“, anfänglich mehrere Jahre von Rudolf Falb geleitet, hat vornehmlich von 1877 bis Ende der 1880er Jahre dem angehenden Selenographen wesentliche Dienste geleistet, wie Verfasser aus eigener Erfahrung bestätigen darf.

14) Photographischer Mondatlas der Lickwarte, 19 Tafeln in dem Maßstabe der Mädlerschen Karte; die Bilder sind von sehr verschiedener Feinheit und merkwürdigerweise im Tone weiß-grün-schwarz gehalten.

15) Mädlers Fraunhofer von 102 mm, Vergr. 140 und 300, war ein feines Instrument; nur pflegt man heute schon aus dem Grunde besser und klarer zu sehen, weil man schwächere Vergrößerungen anwendet. Während Mädler zur laufenden Arbeit bei 102 mm Dm des Objektivs 300-fach vergrößerte, arbeitet der Verfasser seit langen Jahren mit Vergr. 160, 176 und 210 bei 163 und 176 mm Objektivgröße. Manche Eigentümlichkeiten der älteren Überlieferung sind einzig auf die Folgen einer nachteiligen Vergrößerung zurückzuführen. — Lohrmanns Fernrohr war zwar größer, aber vielleicht weniger vollkommen.

16) Vgl. Mädlers Äußerung im Texte zur Mappa S. 129. —

17) J. Nasmyth und J. Carpenter: „Der Mond, betrachtet als Planet, Welt und Trabant“, 1884, mit 2 Lithographien und 19 Lichtdrucken, sowie 46 Holzschnitten; VII und 165 Seiten.

18) Vgl. den Aufsatz von A. Meydenbauer: „Die Gebilde der Mondoberfläche“ nebst Tafel mit 11 photographierten Aufsturzbildern, von denen wir drei wiedergeben. (Sirius 1882, III.)

19) Heinrich W. J. Thiersch und August Thiersch: „Die Physiognomie des Mondes“, 1883. Das ist die 2. Auflage des 1879 pseudonym („Asterios“) erschienenen Buches; IV und 43 Seiten und 4 Tafeln. Ebenso siehe die folgenden Mondbildungslehren: In den Astron. Nachrichten, Nr. 3405, hat Wellmann die Mondkrater mit Geysirbecken verglichen und im Hinblick auf die Strahlensysteme auf Abflüsse kieselhaltigen Wassers verwiesen usw. Vgl. auch Sirius 1897 VII die Bemerkungen hierzu von A. Hnatek. — Im Sirius 1904 III nimmt H. Voigt („Ein Beitrag zur Erklärung der ringförmigen Gebirgsbildungen auf dem Monde“) das Vorhandensein riffbauender Polypen in Anspruch, da sonst die „aufgetriebenen Ringe oder die Umfassungswände der Krater und großen Ringgebirge sowohl vor der nivellierenden als korrodierenden Gewalt der Wasserwogen des Meeres als auch gegen zerstörende Kräfte der tropischen Regengüsse und anderer atmosphärischen Einflüsse“ nicht stand gehalten hätten. — Im Sirius 1904 X („Experimentelle Nachbildung der Gebirgsformationen des Mondes“) bespricht Klein Experimente von Prof. Dorr, der zwischen Glasplatten 1—2 Tropfen Siegellack, Kolophonium usw., in Alkohol gelöst, durchglüht und unter dem Mikroskop sichtbare kraterähnliche

Bildungen erzeugt; der Referent fand diese Experimente „höchst beachtenswert". — R. Schindler hat endlich 1905 ein Buch veröffentlicht, in welchem wiederum eine Paraffinmasse, die quantitativ regulierbar aus einem durchlochten Teller aufsteigen und wieder in Intervallen zurücksinken kann, allerlei den Mondkratern ähnliche Bildungen erzeugt. Es ließe sich so noch eine ganze Reihe ähnlicher Methoden aufzählen, die alle imstande sind, „Mondkrater" aufzubauen. Es ist nur schade, daß ein wirklicher Mondkrater sehr viel anderer Kriterien bedarf, als solcher, wie sie durch eine Reihe geistreich-naiver Spielereien gewonnen werden.

20) Vgl. den trefflichen Aufsatz von Joh. Riem: „Die modernen Weltbildungslehren" im Julihefte 1905 von „Glauben und Wissen" (Verlag M. Kielmann, Stuttgart).

21) Vgl. „Zeichnungen und Photographien am Grubbschen Refraktor von 68 cm Öffnung in den Jahren 1885 bis 1890 von Rud. Spitaler", Wien 1891; S. 18 heißt es u. a.: „Das Linsensystem des großen Refraktors hat zwischen den optischen und chemischen Lichtstrahlen eine Fokusdifferenz von ungefähr 25 mm" — und ferner: „Es konnte die photographische Platte im chemischen Brennpunkte um etwa 5 mm zu beiden Seiten der Mittellage verschoben werden, ohne daß man eine merkbare Verschlechterung oder Verbesserung des Bildes wahrnahm". — Bei 6-Zöllern soll die Differenz beider Brennpunkte schon mehr als 1 cm betragen können, woraus die Notwendigkeit einer Achromatisierung für chemische Strahlen oder die Anwendung der farblose Bilder gebenden Spiegelteleskope zum Photographieren folgt. Die dem Spitalerschen Hefte beigegebenen Abbildungen sind in der Tat wenig scharf.

22) Prof. W. Prinz vergrößerte u. a. die Gegend um „Bullialdus" vortrefflich weit über den Maßstab der Schmidtschen „Charte" hinaus; eine weit getriebene Ausdehnung des „Kopernikus", der nicht weniger als 12 cm im Durchmesser besitzt, scheint allerdings auf Kosten der deutlichen Kontourierung geschehen zu sein, so daß damit die zulässige Grenze überschritten erscheint. An dieser Stelle mag bemerkt sein, daß das Original der Kopernikuskarte des Verfassers von Kammlinie zu Kammlinie des Ringwalles 22,5 cm Dm bekommen mußte, um einigermaßen bequem zur Darstellung gebracht zu werden.

23) Vgl. „Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College, Vol. XXXII, Part. I: Investigations in astronomical Photography" von Prof. W. H. Pickering, 1895, mit Tafeln.

24) „Publications of the Lick Observatory, Vol. III. 1894", mit 16 Tafeln, darunter 11 Heliogravuren. — Ferner bezüglich der Objekte Capella und Taruntius C vgl. Sirius 1893, VIII, mit 5 Lichtdruckbildern.

25) Vgl. die auch in Autotypie prachtvolle Aufnahme Theophilus in Newcomb-Engelmanns populärer Astronomie Seite 364, in kleinerem

Digitized by Google

Maßstabe auch in Hillgers Ill. Volksbüchern, Bd. 20: Die Bewohnbarkeit der Welten von L. Brenner, Seite 51.

26) Man betrachte z. B. die Leistungen spezieller Mondbeobachter, selbst der Führer auf diesem Gebiete, die selbst mit sehr ansehnlichen Objektiven nur bescheidene Resultate zu erzielen vermochten; es sei hier nur auf Neisons, Pratts und Kleins Darstellungen der Hyginusgegend verwiesen (Kleins „Anleitung zur Durchmusterung des Himmels", 1880, Seite 160/161), auf Neisons 4 Zeichnungen in W. Meyers (Weltgebäude, S. 113), auf Smyths Zeichnung des Kopernikus (Ferd. Siegmund „Durch die Sternenwelt", 1880, S. 166 oder noch besser wiedergegeben in Dr. Otto Ule „Die Wunder der Sternenwelt", 1877, S. 167), auf sogar Nasmyths Zeichnung der Tychogegend (in Ule, S. 165, wo es unmöglich ist, die zwei Dutzend großen Krater oder auch nur Tycho selbst zu identifizieren), auf Secchis Kopernikusbild (in seinem Werke „Die Sonne", S. 717), Neisons zwei Godin-Agrippa-Landschaften, Kopernikusbild und zwei Plato-Darstellungen (in seinem Mondatlas die 4 ersten Tafeln), auf Trouvelots Parry-, Arzachel-, Gassendi-, Eratosthenes und Caesarlandschaften (in Prof. Edm. Weiß „Bilderatlas der Sternenwelt", Tafeln VI, VII, VIII), auf Trouvelots Linné und Herodotbild (Sirius), auf Nasmyths Gassendizeichnung (in seinem Werke „The Moon", auch Sirius X, 10), auf Stuyvaerts 50 Mondlandschaften („Observations hors du méridien", 1879—81), auf Rudinheftis, V. Nielsens, Jakob Mellers sonst ganz nette Arbeiten in den verschiedenen Jahrgängen des Sirius und auf Prof. L. Weineks künstlerische Bildchen (in „Astron. Beobacht." usw. vom Jahre 1884 ab; teilweise auch im Sirius reproduziert). Von diesbezüglichen Darstellungen in Bulletin de la Société astr. de France" und in den „Memoirs of the British astr. Association" sehen wir ganz ab. In allen diesen Darbietungen, die doch zum größten Teile in die Zeit nach Herausgabe der großen „Charte des Mondes" fallen, sucht man vergeblich auch nur dasjenige Detail, welches bereits mappiert war, geschweige mehr. Demgegenüber bieten unsere Spezialkärtchen selbst in ihrer reduzierten bescheidenen Form immer neues Material und genauere Übersicht.

27) Hierüber und über die Details der Photographien überhaupt vergleiche die Prinz'schen Darlegungen in Ciel et Terre; 1889, „Un progrès dans la photographie sélénographique". — 1890, Dezember, „Nouvelles photographies de la Lune prises aux observatoires de Mount Hamilton et de Paris". — 1891, Januar, „Photographie de la Lune de Lick-Observatory." — Von Ch. Lagrange: „A propos d'un récent travail de M. W. Prinz sur la similitude que présentent les cartes terrestres et planétaires", sowie im Anschluß daran Prof. L. Weinek: Réponse aux critiques de M. W. Prinz concernant mes dessins de la Lune". Zur deutlichen Kennzeichnung der damaligen Sachlage (Februar 1891) seien folgende Sätze Prof. Weineks

hierher gesetzt, welche die Wandlung in der Erkenntnis des Autors dartun; interessant ist nur, daß das unter 24) zitierte Lichtwerk 1894 trotzdem nochmals die alten „Entdeckungen" in breiter Form vermittelt. „— — toutes les personnes compétentes savent combien l'image vne dans la lunette est, actuellement encore, plus précise que l'image des meilleurs plaques photographiques" — „L'oeil exercé de l'observateur conservera toujonrs ses droits, et les deux méthodes, optiqne et photographiqne, né s'excluront pas, mais se compléteront." — „Toutefais, ils (phot.) m'ont aussi clairement démontré qu'il faut être très prudent dans la discussion des plus petits details photographiqnes et qu'on devrait l'entreprendre seulement lorsqu'on possède au moins deux clichés, pris le même soir — —." — „De même l'acnité des contours laisse encore beaucoup à desirer lorsqu'on examine les plaques tous un fort grossissement." — Vergl. ferner Prinz, Ciel et Terre 1892, November, „Les prétendus „fleuves" lunaires"; — Bull. de l'Academie roy. d. B. 1892, von F. Folie, „Sur les agrandissements des photographies lunaires", — ebenda 1895, Prinz, „Les mesures topographiqnes lunaires" etc. — Ciel et Terre, 1896, Prinz, „Atlas phot. de la Lune" (Loewy und Puiseux). — Vergl. auch Prinz, De l'emploie des photographies stéréoskopiques en selenologie", Bruxelles 1900. — Ebenso Sirius 1895, I, „Welches sind die Dimensionen des kleinsten auf den Mondphotographien sichtbaren Details?" Ebenso Sirius 1893, I, „Die feinen phot. Details auf dem Monde" von V. Nielsen.

28) Vgl. Kleins Karten: „Hyginus" in der Durchmusterung usw.; „Messier", im Sirius 1884 III; „Alphonsusfleck" im Sirius 1882 IX; „Hyginusflecken" im Sirius 1887 VI; neue, aber ebenso stark verzeichnete Hyginuskarte in seinem „Führer am Sternenhimmel".

29) Prof. W. Pickering, „Annals usw. des Harvard-College", Vol. XXXII, Part. I und ferner. — Vgl. auch die Referate im Sirius: 1901 VIII und IX, Beobachtungen von Plato, Linné, Herodottal, Riccioli, Messier, mit Kärtchen der Messierkrater und zwei Platoplänen; — 1902 X, Dunkle Streifen oder Kanäle auf dem Monde, mit 4 Abb. des Eratosthenes; — 1904 V, „Der photogr. Mondatlas von Will. H. Pickering"; — 1904 XII, Untersuchungen über den Mondkrater Eratosthenes (mit 2 Zeichnungen und 2 Photographien). — Ferner: 1905 I, Pickering und Dr. C. W. Wirtz (Straßburg), „Der Krater Linné auf dem Monde". — Astronom. Nachrichten, Nr. 4075 vom Februar 1906: „Periodical changes in the size of the glow surrounding the lunar crater Linné" von E. E. Barnard von der Yerkes-Sternwarte. — Sirius 1905 II, über Perrines Beobachtungen am großen Tale der Alpen (Lickrefraktor).

30) Wir erwähnen nochmals Neisons Atlas, der eine durch Rilleneinträge erweiterte, im Gebirgslande aber summarische Bearbeitung der Mappa selenographica ist, die sogar viele Fehler herübergenommen hat. — Es gibt eine reichhaltige Karte „La Lune" von

Gaudibert-Flammarion, 64 cm Dm, die eine „carte pittoresque“ sein will und zahlreiche Rillen angibt, allerdings schematisch; sie hat außerdem 509 Namen und kostet etwa 5 Mark. — In G. Elgers „The Moon“ ist auch ein Kärtchen von 46 cm Dm enthalten, das klar gearbeitet ist. —

31) Vgl. Mädlers Text zur Mappa selenographica, § 119 bis 157. — Ebenso Neisons Mondtext, 1. Kapitel: „Bewegungen, Gestalt und Dimensionen des Mondes“, S. 1—10. — Ebenso über die Entdeckung der Rillen: Schmidt, Der Mond, 1856, S. 11 bis 18 und Rillen des Mondes, S. 1 bis 12. — Ebenso den Abschnitt „Geschichtlicher Überblick“ in Joh. H. v. Mädlers „Populärer Astronomie“.

32) Schmidts „Erläuterungsband“, S. 15 bis 97 und „Der Mond“, 1856, S. 43 bis 66. —

33) Prof. Dr. Julius H. G. Franz: „Über die Figur des Mondes“, März 1900. — Ebenso nach Dr. C. Pulfrich im Sirius 1903 III: „Das stereoskopische Meßverfahren in seiner Anwendung auf den Mond“. —

34) „Mitteilungen der k. Univ.-Sternwarte zu Breslau I. Dr. Mainka, „Über die Verlängerung des Mondes nach der Erde zu“, S. 53 bis 71. — Ebenso Neison, Der Mond, S. 12. —

35) Vollständige Tafel der Lage der Lichtgrenze im Sirius 1880, XI für die Jahre 1780—1899; die dort vorkommenden Druckfehler sind zu berichtigen: 1781 = 16° 2′, 1787 = 306° 4′, 1894 = 159° 4′, 1898 = 348° 40′, 1899 = 219° 2′. Siehe auch Brenner, „Handbuch für Amateurastronomen“. Für die Jahre 1900—1999 vgl. die Angaben in Brenners „Vademecum“ usw.; 1905. Ebenso Formeln und Hilfstafeln zur Reduktion von Mondbeobachtungen und Mondphotographien für selenographische Zwecke“, Inaugural. Diss. von Kasimir Graf, 1901; leider liegt für die sel. Längenbestimmung der berliner Mittag zugrunde und gehen die Daten nur bis zum Jahre 1940. —

36) Siehe Schmidts „Erläuterungsband“, S. 95/96. — Ebenso Neison, S. 41. — Ebenso Fauth, „Neue Beiträge zur Begründung einer modernen Selenographie und Selenologie“, 1895, S. 29 bis 38.

37) Fauth, desgleichen, Separatabdruck in den „Astron. Nachr.“, Nr. 3266.

38) Edmund Neison, „Der Mond und die Beschaffenheit und Gestaltung seiner Oberfläche“, mit Atlas von 26 Karten und 5 Tafeln in Farbendruck, 1801.

39) Neison, Der Mond, Kapitel II, „Die Formationen der Mondoberfläche“, S. 34 bis 54.

40) Ebenda, S. 29, oben.

41) Ebenda, S. 29, Mitte. Vgl. auch John Phillips, „Notices of some Parts of the Surface of the Moon“, Januar 1868, mit 5 Abbildungen.

42) Vgl. Mädlers Textband, I, B, Anhang II, „Über das Erden-

licht im Monde", § 105—106. — Ebenso Schmidts Erläuterungsband, S. 115—118, und „Der Mond", 1856, S. 31/32.

43) Vgl. Mädlers Text I, C, § 86—92. — Ebenso Schmidts Erläuterungsband, S. 99—109 und „Der Mond", XXII, Strahlensysteme. — Ebenso Neison, „Der Mond", S. 51—53. —

44) Ebenso Klein, „Das Strahlensystem des Tycho auf dem Monde", Sirius 1887 VII. —

45) Vgl. „Mitteilungen der k. Univ.-Sternwarte zu Breslau" II, 1903, Nr. 3: „Der Westrand des Mondes" von Prof. Dr. Jul. Franz.

46) Es ist natürlich zu bedenken, daß die wahre Ansicht der Kamm- und Gipfellinie, etwa in horizontaler Richtung gesehen, weitaus weniger schroffe Höhenunterschiede zeigt als die durch schräge Beleuchtung ins Vielfache verlängerten Schattenspitzen auf den ersten Blick vermuten lassen könnten. Zugleich aber wird begreiflich, daß diese „vergrößerten" Profile wesentlich genauere Längen —, also auch Höhenmessungen anzustellen erlauben.

47) Unsere Bilder der Ringgebirge Kopernikus sind folgende. Nr. 1 entstammt dem Mondatlas von Neison, Nr. 2 ist die Zeichnung Secchis, auch in seinem Werke „Die Sonne", S. 717, enthalten. Das dritte, größere Bild ist die Wiedergabe einer aufs weiteste getriebenen Vergrößerung von Prof. Prinz. Wir fügen außerdem zur Illustrierung des Fortschrittes in den Darstellungen, aber auch in den gesteigerten Anforderungen drei kleine Bildchen in Originalgröße bei: Das Bild von W. Tempel in Arcetri (Fernrohr wohl 23 cm Öffnung), dasjenige von Rudin-Hefti in Basel (13,5 cm Öffnung) und dasjenige von Prof. Weinek in Prag (97,6 mm Öffnung, Vergr. 160-fach). Der Umstand, daß Kopernikus das großartigste Demonstrationsobjekt des Mondes ist, möge die Mehrzahl der demselben hier gewidmeten Abbildungen rechtfertigen; des Verfassers Karte soll endlich den Stand der heute erreichten Kenntnis vermitteln. Leider mußte sie soweit verkleinert werden, daß ihre Deutlichkeit darunter litt. Gegenwärtig wird sie mit weiterer Detaillierung im Maßstab 1 : 250000 neu bearbeitet.

48) Wir geben folgende ältere und neuere Darstellungen des Alpentals: 1) Skizze von Mr. Webb vom 25. Januar 1866, erhalten an einem Spiegel von 2,1 m Brennweite, Vergr. 212; 2) Skizze von C. M. Gaudibert vom 28. Mai 1871 mit noch größeren Spiegeln (23 und 28 cm); 3) Skizze von Th. Gwyn Elger vom 11. Dezember 1872 bei Vergr. 350 und 400; vgl. dazu den Text im Sirius 1885 IX, wo die Zeichnung Elgers vom 25. Januar 1885 (Sirius 1885 IX, auch eine vom 12. August 1884) abgedruckt ist. — Mädlers und Lohrmanns Kartenteile sind hier natürlich zu klein, Schmidts Partie dagegen gut und reichhaltig. Die ebenfalls in diesem Buche enthaltene Karte des Verfassers stellt insofern den heutigen Stand der Forschung dar, als sie wahrscheinlich auch schon den größten Teil dessen enthält, was Perrine

als Rille gesehen hat (vgl. Anm. 29). Nach Fertigstellung des Clichés wurden übrigens vom Verfasser innerhalb des Tales eine westliche Fortsetzung der Perrinéschen Rille, drei weitere kraterartige Erweiterungen, ein weiterer Rillenast gegen das NO-Ufer und eine Grube am Ostende der breiten Talfläche aufgezeichnet, so daß jetzt die amerikanische Entdeckung auch im Landstuhl vollständig bestätigt worden ist.

49) Von den Rillen in der Ebene westlich von Triesnecker gibt es folgende Darstellungen: 1) Zeichnung Gruithuisens vom 9. Juli 1814; dieses hochinteressante Bild ist in Kleins „Durchmusterung", S. 144 reproduziert. — 2) Mädlers Darstellung auf der Mondkarte, dürftig. — 3) Spezialkarte von Mädler in Kleins „Durchmusterung", S. 200, ziemlich gut. — 4) Rudin-Heftis Zeichnung (Sirius 1883 I) und V. Nielsens Zeichnung (Sirius 1889 VII) mit guter Übersicht. — 5) Kriegers Mondatlas I, Tfl. 24, wo das System völlig schematisch und in den kleinen Zügen ungenau erscheint (5. August 1897). — 6) L. Brenners Darstellung, Astronom. Rundschau 1899, Tfl. VI, zwar auch nur schematisch, aber richtiger als die genannten Darstellungen. 7) Copie von Stuyvaerts Zeichnung vom 23. März 1885 (am brüsseler 38 cm-Refraktor, Vergr. 360 gewonnen). — 8) Skizze des Verlaufes der Triesnecker- und Hyginusrillen von Loewy u. Puiseux nach der Photographie vom 14. März 1884 (comptes Rendus, t. CXIX). — 9) Skizze aus der nämlichen Platte gewonnen von Prof. L. Weinek; sie gibt 74 Rillen an (gegen 19 bei Loewy!) und etwa 3 Dutzend Gruben; alle feinen Details sind aber Plattenfehler und nicht einmal die groben Züge sind genau von der Platte zu entnehmen gewesen. (Von den letztgenannten 3 Darstellungen besitzt der Verfasser genaue Copien). Zu diesen gesellt sich des Verfassers noch unveröffentlichte Karte im Maßstabe 1 : 700000, von der auch Brenner bezeugte, daß sie detailreicher und im einzelnen richtiger sei als seine Wiedergabe; sie enthält ca. 40 Rillen.

50) Von den Rillen im Posidonius gibt es: 1) Jul. Schmidts „Charte", mit allgemeinen Zügen. — 2) Kriegers Mondatlas, Tfl. 25 (1. Oktober 1897), eine noch dürftigere Angabe. — 3) Handschriftliche Einträge von K. Glitscher 1898 (Fernrohr von 13,5 cm), detailreicher und genauer als 1) und 2). — Des Verfassers noch unedierte Karte von noch wesentlich weiter gehender Detaillierung.

51) Von Gassendi und seinen Rillen stehen dem Verfasser zur Verfügung: 1) Mädlers Spezialkarte aus der populären Astronomie, gez. am 9-Zöller in Dorpat, mit 14 Rillen innerhalb des Walles. — 2) John Phillips Zeichnung nach Beobachtungen in den Jahren 1852, 53 und 63, einzelne Bruchstücke von Rillen, unbedeutend. — 3) Neisons Zeichnung in „The Moon" vom 7. November 1867, mit 4—5 Rillen. — 4) Schmidts Tafel III in „Rillen des Mondes", 1866, mit 9 Rillen. — 5) Trouvelots Zeichnung vom 8. Februar 1873 (vgl. Sirius 1887 X

und E. Weiß, Bilderatlas der Sternenwelt, Tfl. VII), mit 8 Rillen. — 6) Neisons Spezialkarte in „Der Mond“ 1880, wo ca. 30 Rillen verzeichnet sind, aber leider so schematisch, daß nur der Kenner sie identifizieren kann. — 7) Die Partie in Schmidts „Charte“, wo freilich nur 7 Rillen und Bruchstücke auftreten, weil Schmidt wohl kaum je günstige Gelegenheiten zum Sehen hatte. — 8) Brenners Situationsplan der Rillen (Astr. Rundschau 1899 V), zwar schematisch, aber doch so, daß die 32 Rillen zumteil mit Neisons Angaben in Verbindung gebracht werden können. — 9) Des Verfassers oben abgebildete Karte von 1897 mit seitherigen Nachträgen, auf welcher einige vierzig Rillen verzeichnet sind, die sowohl Brenner als Neison, soweit es überhaupt möglich ist, bestätigen. Daß dergleichen Beobachtungen ziemlich schwer sind, geht aus Kleins seinerzeit geäußerter Meinung hervor: „Eine erhebliche Verbesserung der bisherigen Karten des Gassendi kann nur von einem unter sehr günstigen Luftverhältnissen mit einem mächtigen Fernrohr arbeitenden Beobachter erreicht werden“ (!) (Sirius 1897 S. 98). — Von Prof. Weineks kleinem Bildchen (1884, Figur 10) und J. Mellers Darstellung (Sirius 1891 VIII), ebenso von Stuyvaerts Bild muß wegen des Mangels an Detail abgesehen werden. Tempels Zeichnung, die von Prof. Abetti freundlichst zur Verfügung gestellt war, ist ebenfalls ohne alles Detail.

52) Von Ramsden liegen vor: 1) Schmidts Tafel II (Rillen 1866), mit sehr guter und reicher Darstellung; in der „Charte“ dagegen ist sie viel ärmer und weniger richtig. — 2) Stuyvaerts Zeichnung vom 5. Mai 1884, gut. — 3) Rudin-Heftis Zeichnung (Sirius 1884 V) und V. Nielsens Zeichnung (Sirius 1889 WII), letztere in den Hauptzügen ganz richtig. — 4) Neisans und Gaudiberts Skizzen auf ihren Mondkarten, wo das Detail schematisch und dürftig bleibt. — 5) Des Verfassers Karte XV in seinem Atlas von 1895, welche 10 Rillen enthält und bis heute auf 18 erweitert worden ist; Verfasser ist der erste Beobachter, welcher die Durchquerung des Ramsden durch eine breite Rille mit Gabelung oder gar zwei Abzweigungen gesehen hat (24. Juni 1904 bis 19. November 1904, 6. und 7. März, 6. und 7. April 1906). — 5) Kriegers Atlas I, Tfl. 28 hat, abgesehen von einer Rille, weniger Detail als Schmidt im Jahre 1866.

53) Prof. W. Prinz, „Esquisses sélénologiques“ I, 1893 (37 Seiten und 10 Fig.); do. II, 1897 (58 Seiten und 30 Fig.); do. III, 1900 (78 Seiten und 43 Fig. und 10 Plans). — Vgl. auch Prinz’ „L’échelle réduite des expériences géologiques“ („Les Figures de percussion et de contraktion etc., les Cirques volcaniques terrestres et lunaires“) 1899 (70 Seiten und 58 Fig.).

54) Vgl. Neison, „Der Mond“, S. 11 bis 18. — Ebenso Mädlers Erläuterungsband, § 82/83 und „über einige Beobachtungen, welche eine Atmosphäre des Mondes anzudeuten scheinen“ (§ 107/108). — Ebenso

Schmidt, „Der Mond" (1856) XIII, Meinungen über die Atmosphäre des Mondes. —

55) Vgl. die Publikation von W. R. Birt (der British Association) 1869, S. 12/13, mit Figur; ebenso Publikation 1873, S. 6/7, mit 5 Figuren. — Ebenso Neison, „Der Mond", S. 172/173. — Ebenso Sirius 1887 VII, Stanley Williams über Plato. — Ebenso Sirius 1901 VIII, „Will. Pickerings Beobachtungen des Plato", mit 2 Situationsplänen. — Des Verfassers Beobachtungen der Färbung des Inneren Platos, deren früher gewonnene Grundlagen am 6. u. 7. März 1906 in ein Vielfaches der bis jetzt publizierten Erkenntnisse verwandelt wurden, sind jetzt das Eingehendste, was die Mondkunde auf diesem Gebiete kennt. Die im Texte als Fig. 33 mitgeteilte Karte zeigt dies; dieselbe wird vorerst nur als Übersichtsblatt zu betrachten sein, denn die Sichtbarkeit der Details hängt von der Sonnenhöhe über Plato ab. Es ist eine noch zu erfüllende Aufgabe für sich, das Ringgebirge in den einzelnen Phasen der Beleuchtung darzustellen.

56) Vgl. Schmidts Mitteilungen über Boussingault am 8. April 1856, 24. April 1860 und 25. April 1860 (betr. Demonax), (Erläuterungsband S. 116 bis 118.) — Ebenso des Verfassers Bericht in den „Mitteilungen des Vereins von Freunden der Astronomie", Juni 1899, S. 48. — Sehr interessant war auch die Wahrnehmung des Zentralgebirges im Bullialdus in dem schwachen, von dem grell beleuchteten inneren O-Walle herkommenden reflektierten Lichte, welche Beobachtung bei drei verschiedenen Gelegenheiten gemacht wurde.

57) Prof. Dr. J. Franz, „Über die Figur des Mondes", 1900: „— einerseits hatten ältere, aber wenig zuverlässige Untersuchungen aus der Mitte des 19. Jahrhunderts von Hansen, Gussew und Beck eine erhebliche Verlängerung (des Mondes nach der Erde zu, d. V.) von 3—7 % des Radius ergeben". Ebenso vgl. aus Breslauer Beob. I, Dr. C. Mainka, Untersuchung über die Verlängerung des Mondes nach der Erde zu (1901). — Vgl. auch Neison, „Der Mond", S. 12. —

58) Vgl. Textband Mädlers S. 129. — Ferner Schmidt, „Der Mond", 1856, VIII. — Ferner Schmidt, Erläuterungsband, über Linné, S. 155 bis 163. — Ferner des Verfassers Berichte in den „Mitteilungen des Vereins von Freunden der Astronomie", Dezember 1901, über Linné und Messier; November 1904 über Hyginus N.

59) Vgl. Dr. Kleins Karte der Mondlandschaft Messiers nach Beobachtungen in den Jahren 1878—83 am 6-Zöller, Sirius 1884 III, nebst Text dazu. — Vgl. auch Dr. J. F. Jul. Schmidt, über die Mondlandschaft „Messier", Halle 1882.

60) Vgl. Prof. W. Prinz, Ciel et Terre 1903 IX: „Y a-t-il eu des changements dans les cratères lunaires Messier et Linné?" (16 Seiten). — Ebenso Sirius 1877 VIII, Schröters Beobachtungen. — Ebenso Sirius 1893 XII. —

61) Vgl. Naturw. Wochenschrift: Brenner, „Veränderungen auf dem Monde?" — Ebenso Brenner, „Der Mondkrater Linné", Astr. Rundschau Nr. 71. — Ebenso Fauth, „Nochmals „Linné" und lunare Veränderungen", Astr. Rundschau Nr. 73. — Ebenso Sirius 1877 V und VI, Veränderungen. — Ebenso Kleins „Durchmusterung" S. 160.

62) Vgl. Schmidts Bericht über „Melloni" im Sirius 1881, S. 245. — Ebenso Astron. Nachr. Nr. 2391. — Ebenso Fauth, Die Mondformation Melloni, Astron. Nachr. Nr. 3236.

63) Vgl. Kärtchen und Text Kleins, Sirius 1882 IX.

64) Vgl. Kleins Entdeckungsbericht, Sirius 1878 IV; ferner Sirius 1878 V, VII, VIII, XI, XII; 1879 IV, V, VI, X; 1880 IX, X; 1882 I, Sendschreiben J. Schmidts und Kleins Bemerkungen dazu, 1885 VI; ferner noch mehrere Mitteilungen in späteren Jahrgängen. Ebenso Neison „Der Mond", Anhang: „Hyginus N." —

65) Vgl. Rand Caprons Bemerkung im Sirius 1886 I, wo er fälschlich diesen Hügel (Krater!) als Hyginus N ansieht. Klein spricht ebenda von den Details der Mädlerschen Karte, die er sichtlich nicht identifizieren konnte. Der genannte Hügel ist der größere, östliche Krater, auf Brenners Karte (Naturw. Wochenschrift 1896 X) mit 78 bezeichnet. Vgl. auch Sirius 1879 IV, wo Klein von Skizzen spricht, die am Lord Lindsayschen 15-Zöller erhalten wurden; u. a. „In der zweiten (Skizze) erkennt man dort einen Hügel". Neison sagt im Sirius 1879 VI: „Keine Spur eines hellen Randes war vorhanden", und betr. einer Zeichnung von Edgecomb, der gleich ihm mit einem 9,3-Zöller beobachtet hatte: „Ein Wall war nicht zu sehen"; Klein berichtet weiter: „Einige Beobachter in England haben darauf hingewiesen, daß das neue Objekt N beim Hyginus kein Krater, sondern eine konkave Vertiefung oder auch ein löffelförmiger Eindruck der Bodenoberfläche sei". — Nach Sirius 1893 I erklärte Roger Sprague N als Schatten des westlichen Hügels, was auch teilweise richtig ist.

66) Vgl. Sirius 1902 X: „Dunkle Streifen oder Kanäle auf dem Monde", mit 4 Abbildungen. — Ebenso Sirius 1904 XII: „Prof. W. Pickerings Untersuchungen über den Mondkrater Eratosthenes", mit 2 Zeichnungen und 2 photogr. Reproduktionen. — Hierher gehören auch die neuen Mitteilungen von J. Deseilligny (Bulletin de la Société astronomique de France. 1906 III), wo über die Variation der Flecke im Flammarion und südlich von Archimedes, im Palus putredinis, nach Beobachtungen an einem 4-zölligen Bardoufernrohre mit Vergr. 160 berichtet wird. Die Variationen sind eine normale Erscheinung, wie bei allen besonders dunkel aussehenden Mondflecken, und sie wiederholen sich alle Monate in nahezu gleicher Weise, weil sie von der Dauer der Sonnenstrahlung und deren Einfallswinkel abhängen.

Digitized by Google

Literaturnachweise.

1. Tobias Mayers Karte in Schroeters „Sel. Fragmente" I, 1791, Tafel V.
2. Joh. Hieron. Schroeters Selenograph. Fragmente I (1791) II (1802).
3. Joh. Heinr. Mädlers „Mappa selenographica", nebst Text dazu, 1837.
4. Wilh. Gotthelf Lohrmanns „Mondkarte" nebst Text, 1878, wohlf. Ausgabe von Ebert (1892); ebenso kleine Mondkarte, gest. von Werner.
5. J. F. Julius Schmidt, „Der Mond", 1856, mit 2 Tafeln.
6. Derselbe, „Über Rillen auf dem Monde", 1866, mit 3 Tafeln.
7. Derselbe, „Charte der Gebirge des Mondes", 1878, 25 Tafeln.
8. Derselbe, „Erläuterungsband", ebenso „Kurze Erläuterung", 1878.
9. J. Nasmyth und J. Carpenter, „Der Mond als Planet, Welt und Trabant", 1884, mit 21 Tafeln.
10. Edm. Neison, „Der Mond und die Beschaffenheit und Gestaltung seiner Oberfläche, mit Atlas von 26 Karten und 5 Tafeln, 1881.
11. Th. Gwyn Elger, „The Moon", London.
12. Heinr. und Aug. Thiersch, „Die Physiognomie des Mondes", 1883.
13. C. M. Gaudibert (=Flammarion), „Carte générale de la Lune", 1885.
14. Prof. W. Prinz, Vergrößerungen nach Lick= und Pariser Platten: I. Mare imbrium (8,6=fach), II. Bullialdus (24=fach), III. Kopernikus (33=fach). — I. Aristoteles=Alpen (11=fach), II. Hyginus bis Thebit (12,6=fach).
15. Lick=Observatory, „Photogr. Mondatlas", 19 Tafeln 1 : 3 600 000.
16. Pariser Mondatlas von Loewy und Puiseux, bis jetzt etwa vierzig Tafeln größten Formats.
17. „Annales" usw. of Harvard College mit Pickerings Studien über Mondgegenstände, 1895, Vol. XXXII, Part. I.
18. Ph. Fauth, Publikation I, 1893, mit Tafeln.
19. Ph. Fauth, Publikation II, 1895, mit Atlas von 25 Tafeln.
20. J. N. Krieger, „Mondatlas" der Piasternwarte, 1898, 28 Tafeln.
21. Zeitschrift „Sirius", Band I bis XXXVIII (1873—1905).
22. Brenners „Astr. Rundschau", Band I bis VII (1899—1905).
23. „Astronomische Nachrichten", Band 118—170 (1887—1906).
24 Bulletin de la Société astr. de France 1905, 1906, ältere Einzelhefte, und Ciel et Terre, einzelne Hefte.
25. Mitteilungen der Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik, 1895—1906.
26. Astron. Beobachtungen, usw. zu Prag, 1884, mit Prof L. Weineks Mondzeichnungen (1—20).

27. Publication of the Lickobservatory, Vol. III, 1894, mit Prof. Weineks Vergrößerungen (Tafel I bis XVI).
28. Dr. M. Wilh. Meyer, „Das Weltgebäude“, 1898.
29. Dr. Edm. Weiß, „Bilderatlas der Sternenwelt“, 1. Aufl. 1888.
30. E. Stuyvaert, „Dessins de la Lune“, 1879—1881, 50 Zeichnungen.
31. Prof. Dr. Jul. H. G. Franz, „Über die Figur des Mondes“, 1900, mit Niveaukarte.
32. Publ. der breslauer Sternwarte I, 1901, mit 6 Mondtafeln; (Ortsbestimmung von 150 Kratern von Prof. Franz; Unters. über die Verlängerung des Mondes von Dr. Mainka).
33. Publ. der breslauer Sternwarte II, 1903, mit 6 Tafeln; (Neue heliometr. Mondmessung, von Prof. Franz; Der Westrand des Mondes, von Prof. Franz.)
34. John Phillips, „Notices of some Parts of the Surface of the Moon“, 1868, mit 3 Tafeln.
35. Will. Radcl. Birts Veröffentlichungen der „Lunar-Section“. Mare serenitatis (1869), Hipparchus (1870), Outline Lunar Map, usw. (1870), Catalog of lunar Objekts (1872), dto (1873).
36. Memoirs of the British Astronomical Associatiòn, Vol. I, Parts. I to IV, 1891/92; Vol. II, Part II, 1893; Vol. III, Part V, 1895.
37. Prof. W. Prinz, Les mesures topographiques Lunaires, 1895.
38. Derselbe, De l'emploi des photogr. stéréoscop. en sélénogie, 1900.
39. Derselbe, Esquisses sélénologiques, I (1893), II (1897), III (1900).
40. Derselbe, L'échelle réduite des expériences géologiques, 1899.
41. E. L. Trouvelot, Murs énigmatiques, obs. à la surface de la lune, 1885. J. Franz, Der Mond (A. Nat. und Geisteswelt, 1906).
42. O. Lohse, Planetographie, 1894.
43. Dr. J. Scheiner, Der Bau des Weltalls, 1901.
44. A. M. Clerke, Geschichte der Astronomie des 19. Jahrhunderts, 1889.
45. Die Mechanik der Wärme in ges. Schriften von Rob. Mayer (Dr. J. Weyrauch), 1893.
46. Newcomb-Engelmann-Vogel, Pop. Astronomie, 1905, W. Engelmann.
47. W. Bölsche, Entwickelungsgeschichte der Natur, I, II, 1894.
48. Dr. C. du Prel, Die Planetenbewohner und die Nebularhypothese, 1880.
49. L. Brenner, Die Bewohnbarkeit der Welten (Hillgers ill. Volksbücher, 20), 1905.
Ferner populäre Astronomien von Mädler, Wetzel, Ule, Siegmund, Schütte, Valentiner, Diesterweg, Jakob, Plaßmann und ähnliche Quellen, (Drechsler, Falb, Bernstein, Secchi, Kant, Möbius, Wislicenus, R. Wolf u. a. m.

UNIVERSITY OF CHICAGO
65 795 591

Digitized by Google